



Ingeniería de la Ilustración

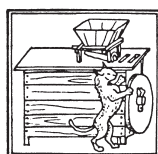
Alicia Cámara Muñoz y Bernardo Revuelta Pol, coordinadores



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Ingeniería de la Ilustración

Alicia Cámara Muñoz y Bernardo Revuelta Pol, coordinadores



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

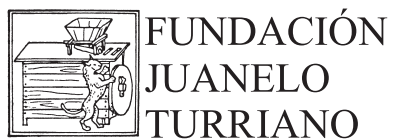
INGENIERÍA DE LA ILUSTRACIÓN

Conferencias impartidas en el curso:

«Ingeniería de la Ilustración», celebrado en Segovia del 7 al 9 de noviembre de 2014
y organizado conjuntamente por la UNED y la Fundación Juanelo Turriano.

Curso coordinado por Alicia Cámara Muñoz y Bernardo Revuelta Pol

Edición 2015



La Fundación Juanelo Turriano ha realizado todos los esfuerzos posibles por conocer a los propietarios de los derechos de todas las imágenes que aquí aparecen y por conocer los permisos de reproducción necesarios. Si se ha producido alguna omisión inadvertidamente, el propietario de los derechos o su representante puede dirigirse a la Fundación Juanelo Turriano.

Revisión de textos:
Daniel Crespo Delgado

Diseño, maquetación:
Ediciones del Umbral

© De la edición, Fundación Juanelo Turriano
© De los textos, sus autores
© De las fotografías y dibujos, sus autores

ISBN: 978-84-942695-3-0

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

PATRONATO

PRESIDENTE

Victoriano Muñoz Cava

SECRETARIO

Pedro Navascués Palacio

VOCALES

José Calavera Ruiz

David Fernández-Ordóñez Hernández

José María Goicolea Ruigómez

Fernando Sáenz Ridruejo

José Manuel Sánchez Ron

PRESIDENTE DE HONOR

Francisco Viguera González

PRESENTACIÓN

En estas terceras Lecciones de Historia de la Ingeniería, fruto de la colaboración entre el Centro Asociado de la UNED en Segovia y la Fundación Juanelo Turriano, abordamos algunos aspectos de la ingeniería en el siglo XVIII. Fue un siglo en el que se normalizaron los estudios de ingeniería con la creación de la Academia de Matemáticas de Barcelona. La profesión de los ingenieros militares, de quienes dependía toda la obra pública financiada por el Estado, ya fuera para la guerra o para la paz, se organizó en distintos ramos —arquitectura civil, canales de riego y navegación, caminos, puentes, fortificaciones, academias—, que acabarían dando lugar a las divisiones de finales del siglo XVIII, cuando nació el ingeniero civil.

Los lectores no solo se van a encontrar cuestiones referidas a la profesión, sino también a realizaciones básicas para entender lo que supuso una determinada idea del progreso y la utilidad pública generada por el pensamiento de la Ilustración, como fueron las obras hidráulicas, tema sobre el que la Fundación Juanelo Turriano, junto al CEDEX-CEHOPU, realizó una exposición también en 2014. La recepción en el arte y la literatura del asombro y admiración que generaron estas obras se explica asimismo porque su alabanza lo era a la vez para los monarcas que las emprendieron, unos reyes ilustrados, entre los que destacan Carlos III y Carlos IV. La visita al Archivo General Militar de Segovia permitió a los asistentes al curso entrar en contacto directo con la documentación de mapas, planos y dibujos, así como expedientes y otro tipo de fondos relativos a la actividad de estos ingenieros militares, tan extensa que a veces parece casi inabarcable para el historiador. El estudio de los proyectos y su representación va definiendo asimismo la profesión de ingeniero frente a la de arquitecto, y la experimentación de modelos de arquitectura militar en todos los territorios de la Corona española tendrá su pervivencia en el siglo XIX.

Todo ello adquiere su verdadero sentido si lo entendemos en el marco del pensamiento ilustrado, obsesionado por el bien público, y con una confianza total en que la razón y la ciencia lograrían el progreso de la humanidad. Las obras de los ingenieros son algunas de las que mejor expresan el espíritu de la Ilustración española.

ÍNDICE

1

La profesión del ingeniero en la Ilustración11

JUAN MIGUEL MUÑOZ CORBALÁN

2

Ingeniería civil e Ilustración en España.

Ideas e imágenes.....35

DANIEL CRESPO DELGADO

3

La ingeniería hidráulica de la Ilustración.....49

DOLORES ROMERO MUÑOZ

4

El proyecto y su representación en la arquitectura y
en la ingeniería militar entre los siglos XVI y XVIII.....71

ALFONSO MUÑOZ COSME

5

La influencia de los modelos de Montalembert
en la fortificación española del siglo XIX.
Varios ejemplos en el norte de África93

ANTONIO BRAVO NIETO

6

De los problemas locales a las soluciones globales.
Ingenieros militares y transferencia cultural
en la América ilustrada117

PEDRO LUENGO GUTIÉRREZ

7

El Archivo General Militar de Segovia129

ENRIQUE GALLEGU LÁZARO

PUBLICACIONES DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO146

La profesión del ingeniero en la Ilustración*

JUAN MIGUEL MUÑOZ CORBALÁN
Universitat de Barcelona

¿INGENIEROS... O CHICOS PARA TODO?

De la guerra a la paz... y viceversa

El ingeniero surgió como hombre de gran destreza y habilidad para todo tipo de soluciones técnicas al servicio del poder, en las cuales la capacidad de su *ingenio* y su polivalencia profesional fueron determinantes para proyectar y resolver innumerables labores entre la teoría y la práctica.

La especificidad del ingeniero militar radicaba en su función dentro del ámbito de la guerra, tanto en su papel ofensivo como defensivo, en la temporalidad y en la permanencia (fig. 1).

La figura del especialista en poliorcética –es decir, en términos de ataque y defensa de las plazas fuertes– y en fortificación se movió entre su participación en los conflictos bélicos para alcanzar la paz y su concentración en consolidar las estructuras materiales de la paz para preparar y fortalecer los recursos ante la siguiente guerra.

Nunc Minerva, postea Pallas

Dicho lema latino, adoptado por la Academia de Matemáticas de Barcelona tras su refundación a comienzos del siglo XVIII, pretendía explicar, sinópticamente, cómo una vez superado el simple espíritu bélico mediante la incorporación del conocimiento, este haría posible el perfeccionamiento de la praxis militar. Es decir, la supremacía del estudio del

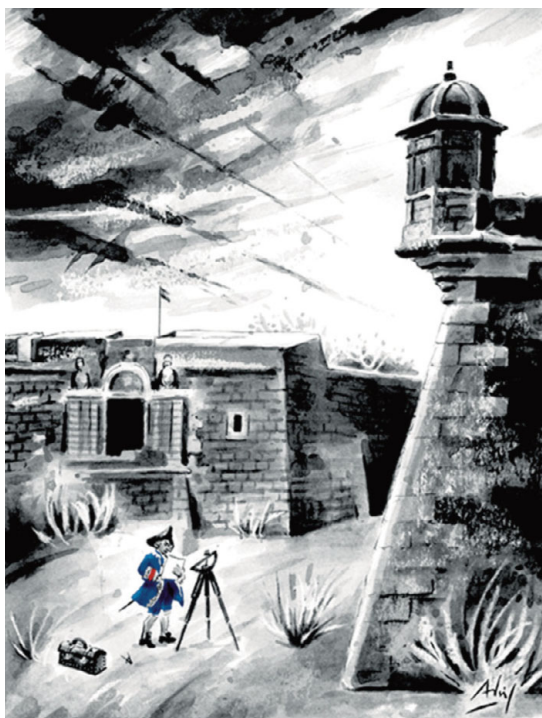


FIG. 1 MIGUEL MUÑOZABRIL, *Trabajo de campo en los fosos*. Técnica mixta sobre papel, 2004.

«arte» de la guerra frente a la fuerza bruta irreflexiva. Aplicado a la figura del ingeniero que debía ser instruido desde la teoría poliorcética, la matemática, la ciencia y la técnica, su ciclo profesional resultó ser en el tiempo, probablemente, el más continuado de todos los cuerpos del ejército durante el denominado Siglo de las Luces.

En la guerra, sus responsabilidades giraban en torno a las marchas y campamentos, las batallas y la poliorcética, acciones que implicaban la destrucción de estructuras e infraestructuras ofensivas y defensivas.

En tiempos de paz, las labores ampliaban el abanico de posibilidades en términos creativos: la reconstrucción, la reparación de estructuras e infraestructuras, bien pre-existentes, bien obsoletas; las reformas y el

diseño de nuevas estructuras e infraestructuras; así como la amortización de la guerra y la paz, es decir, una inversión estratégica a corto, medio y largo plazo. En términos poliorcéticos, la oscilación dialéctica entre ataque y defensa generó una dinámica que proporcionó y aceleró la progresión de dichas técnicas.

Junto a otros factores intervinientes, como la estrategia militar, las urgencias políticas, los avances pirobalísticos y el desarrollo de las técnicas artilleras, el proceso condujo inevitablemente a la necesidad de generar nuevas soluciones, desde la lógica racional de los sistemas de fortificación hasta la supuesta eficacia basada en complejos «organismos» defensivos estrictamente formalistas.

El objetivo final consistió en la consolidación del poder establecido, o por establecer. Y ello no dependía en exclusiva de la Corona implicada directamente, sino de las ambiciones de otras monarquías luchando por el dominio geopolítico; en ocasiones, producto de intereses coincidentes que entraban en conflicto, lo cual generó, una vez tras otra, nuevos enfrentamientos internacionales (fig. 2).

Príncipes y mano de obra fiel... y barata

Los monarcas jugaron con la lealtad prácticamente incondicional de sus ministros y de sus ejércitos a las órdenes de nobles militares supuestamente honorables y, a su vez, fieles vasallos.

FIG. 2 CHRISTOPHE ROUSSELOT & SÉBASTIEN DE VAUBAN, *Fort de Bellegarde* (*Le Perthus*), 1679, en la frontera hispanofrancesa de los Pirineos orientales, con los escudos reales de Fernando VI y de Luis XV. Esta fortaleza, situada en lo alto de una colina fronteriza, pasó de unas manos a otras dependiendo de las vicisitudes en la lucha por el control del territorio fronterizo por parte de las dos Coronas.



El reconocimiento profesional de los propios ingenieros giraba en muchas ocasiones en torno a la constatación reiterada de su fidelidad, no ya a la Corona, sino a la persona del rey y a sus representantes en la Secretaría de la Guerra, de la cual dependían los ingenieros.

El absolutismo se aprovechó de su «infalibilidad» e incontestable sumisión para exigir el compromiso profesional a las duras y a las maduras, es decir, en tiempos de holgados recursos económicos (escasos, por cierto) y en momentos de precariedad para las arcas del Estado.

El sentido pendular de los ciclos de guerra y paz precipitó los estadios de penuria para la financiación de los gastos generados tanto por la guerra como por la paz. De ahí las continuas quejas de los miembros del Cuerpo de ingenieros (así como del conjunto del ejército), en boca de sus comandantes, sobre la lastimosa situación de supervivencia con la que habían de lidiar día tras día, sin visos de solución inmediata ante la imposibilidad, hartó frecuente, de recibir los atrasos acumulados en el libramiento de sus salarios.

Incluso obteniendo regularmente sus sueldos, la cantidad percibida por un ingeniero (proporcional a su grado en el escalafón del cuerpo) puede considerarse inferior a lo que su especialización técnica, su multiplicidad de funciones, su dedicación en términos temporales y el nivel de riesgo físico (tanto en tiempos de guerra como de paz) requerían.

La polivalencia a toda costa

Precisamente, el carácter indispensable del ingeniero radicó en su capacidad para cubrir diversas responsabilidades y funciones ante las cuales no todos los miembros del organi-



FIG. 3 CLAUDE MASSE, *Trabajos para la construcción de un fuerte abaluartado*. En *Atlas Masse*, principios del siglo XVIII. Bibliothèque du Service Historique de l'Armée de Terre, Vincennes.

grama militar estaban preparados. Y la rentabilidad de su trabajo era directamente proporcional a la polivalencia de sus habilidades en diferentes ámbitos profesionales.

Las necesidades estratégicas extendidas a lo largo y ancho de un vasto territorio implicaban la diversificación de labores frente a la imposibilidad de recurrir *ad hoc* a expertos en determinadas áreas o disciplinas.

Este carácter «todo terreno» conllevó

en ocasiones la inconveniencia o inadecuación de los métodos empleados, lo cual, a su vez, solía implicar errores tanto en las empresas llevadas a cabo como en los resultados alcanzados; cúmulo de fallos y despropósitos que también se acrecentaban con la imposibilidad de efectuar un seguimiento sincronizado de tales labores.

En condiciones favorables, la distribución especializada de responsabilidades fue la práctica preferida a la hora de acometer cualquier obra en manos de los ingenieros (fig. 3).

Los criterios de división por especialidades no aparecieron delimitados normativamente en los primeros tiempos de la creación del Cuerpo de ingenieros militares, a comienzos del siglo XVIII. El repartimiento de los individuos en sus diversas comisiones dependió de una cierta lógica y de las aptitudes específicas de cada uno de ellos, pero la escasez de personal impidió llevar a la práctica un esquema corporativo especializado. Bien avanzada la segunda mitad del siglo, una reflexión más pragmática condujo a la ramificación del colectivo.

Esencialmente y desde un principio el esquema de mandos fue absolutamente piramidal, respetando una estructura jerárquica en cuya cúspide la comandancia recaía en el ingeniero general, quien, por necesidades del guión pero también por méritos propios, aglutinaba en sí mismo (o había de aglutinar) las excelencias de cada una de las habilidades que, en términos teóricos, cualquier ingeniero debería conocer y dominar (fig. 4).



Las equivalencias de grado entre los niveles del Cuerpo de ingenieros y su referente, la Infantería, quedaban de la siguiente manera: ingeniero general como teniente general o capitán general (del ejército o de provincia); ingeniero director como brigadier; ingeniero en jefe como coronel; ingeniero en segunda como teniente coronel; ingeniero ordinario como capitán; ingeniero extraordinario como teniente; delineador o ayudante de ingeniero como alférez. Los ingenieros voluntarios, en su condición de estatus especial, podían ser

tanto cadetes como oficiales. Esta estructura muestra una jerarquización del mando, pero también coincide con el nivel de solvencia profesional y el grado formativo del ingeniero en un escalafón característicamente promocional, en función de una dialéctica entre la antigüedad y los méritos en el «oficio».

La labor del ingeniero militar se desarrollaba en función de una dialéctica entre los propios condicionamientos intrínsecos a su profesión y una serie de circunstancias externas que podían llegar a alterar la normal ejecución de su actividad. Entre los primeros, desde el diseño del proyecto hasta su realización, tenían un especial relieve diversos factores: la capacidad profesional de inventiva de la que disponía el ingeniero; su nivel de conocimiento, experiencia y habilidades técnicas; la conciliación que era capaz de establecer entre las necesidades y las soluciones, así como la coordinación existente entre el proyectista y el director de las obras, en caso de poder gestionar dicha comunicación al tratarse de dos personas diferentes. Los conflictos y las dificultades que generaban los factores externos añadían un mayor nivel de complicación a las tareas del ingeniero, puesto que este poco podía hacer en ocasiones para evitar sus nefastas consecuencias: la fluctuante coyuntura política y administrativa; las interferencias con las autoridades militares, civiles y religiosas, en su caso; la ausencia de entendimiento con asentistas, maestros de fortificación y de obras; las divergencias técnicas entre colegas; las carencias casi endémicas en los recursos propios del Cuerpo, tanto humanos como materiales y económicos; el incumplimiento en la provisión de materiales constructivos; las características topográficas y meteorológicas adversas; la dilación en el tiempo y el incumplimiento de los plazos previstos; las dificultades para el libramiento de caudales destinados a la realización de las obras...

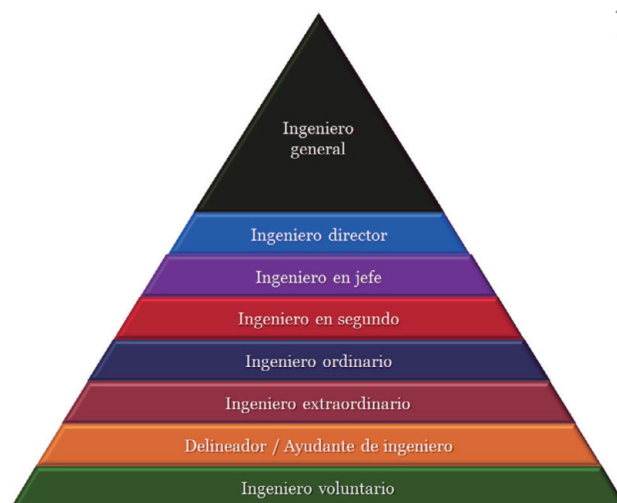


FIG. 4 Escalafón del Cuerpo de ingenieros del ejército tras su constitución, con alguna modificación introducida en ulteriores ordenanzas redactadas durante el siglo XVIII.

¿EXISTIÓ EL INGENIERO ILUSTRADO?

Mejor no globalizar el concepto de Ilustración

Es patente el riesgo de confundir una categoría estrictamente cronológica con un fenómeno de raíz esencialmente cultural, en la más amplia acepción del término. Es decir, de la misma manera que no puede identificarse el Renacimiento con el siglo XV (o el XVI, según los contextos geográficos), o el Barroco con el siglo XVII, tampoco es lícito reducir la idea de «ilustración» a la de siglo XVIII, incluso a la de la segunda mitad de dicha centuria.

Como concepto que reúne una serie de condiciones culturales (filosóficas, ideológicas, políticas, científicas, etc.) vinculadas a la hegemonía de la razón sobre el lastre de la inmadurez humana ante la «luz» del pragmatismo, la consideración del ingeniero «ilustrado» es altamente peligrosa e, incluso, inconveniente, al menos, en el caso español, hasta bien entrado el siglo XVIII.

Si entendemos la actitud «ilustrada» en tanto que un estadio avanzado en la búsqueda de la integración de la razón en los diversos sectores del conocimiento, podría suponerse la existencia de un ingeniero «ilustrado» desde finales del siglo XVII, pero este extremo conllevaría la presencia de un sustrato formativo intelectual que no puede alcanzar gene-

ralizaciones en el seno de un colectivo profesional anclado inicialmente en la inercia de la experiencia. Tan solo cuando los ingenieros fueron conscientes del valor teleológico de una formación intelectual donde la teoría y la práctica habrían de convivir para la obtención de unos resultados óptimos, y con esa intención integrarse en un proceso académico riguroso basado en la autoridad y la normalización del legado recibido, solamente entonces pudo aparecer la figura de un inge-



FIG. 5 FRANCISCO DE GOYA, *Retrato de Francisco Sabatini*. Óleo sobre lienzo, 1775-1779. Meadows Museum, SMU, Dallas (Texas). El italiano Francesco Sabatini, brillante arquitecto de Carlos III, fue también un destacado ingeniero militar de la Corona española, asumiendo en 1774 la dirección del ramo de Arquitectura Civil.



FIG. 6 Anónimos, *Juan Martín Zermelo y Pedro Martín Zermelo*. Óleos sobre lienzo, siglo XVIII.

niero «iluminado» por unos procesos pedagógicos racionales y claramente objetivables en términos científicos y técnicos. Fue la seguridad de la consecución fáctica del presupuesto concebido en abstracto, es decir, la validez del modelo generado sin el lastre de la improvisación, lo que permitió otorgarles el calificativo de «ilustrados».

Fueron varios los miembros del colectivo que destacaron por su talento carismático en diversos momentos del siglo XVIII. Evidentemente, Jorge Próspero Verboom fue el primer gran líder del Cuerpo de ingenieros y la figura que lo organizó como tal en el seno del ejército durante la Guerra de Sucesión a la Corona de España. Individuos de la talla de José de Hermosilla o Francesco Sabatini (fig. 5) protagonizaron una importante labor paralela como arquitectos. Jorge Juan se desenvolvió en el medio naval con una gran brillantez, así como Agustín de Betancourt en términos de hidráulica, llegando a trabajar para el mismísimo zar de Rusia. Félix de Azara desempeñó una trascendental actividad geográfica en las colonias americanas. Pedro Lucuze fue un referente en el tema de academias. Silvestre Abarca, Juan Caballero y José Urrutia asumieron un papel determinante en los momentos de la división del Cuerpo en ramos (fortificaciones, arquitectura civil y academias) en 1774 y su posterior y definitiva reunificación en 1791. Si bien todos ellos manifestaron unas actitudes excepcionales en el ejercicio de su profesión, no todos dispusieron del mismo nivel de «ilustración» que les habría permitido ser tildados de ingenieros «ilustrados». Un ejemplo esclarecedor lo constituyen Juan Martín Zermelo y su hijo Pedro Martín Zermelo (fig. 6). Ambos alcanzaron la comandancia del Cuerpo, aun-



FIG. 7 Anónimo [Jorge Próspero Verboom], *Proyección planimétrica de la ciudadela de Barcelona sobre un fragmento en planta de la trama urbana*. Tinta sobre papel, 1715. Archivo General de Simancas, MP y D 10,053.

que su formación fue radicalmente diferente. Juan, natural de Ciudad Rodrigo, aprendió su oficio sobre el terreno, principalmente a raíz de su actividad melillense y diversos destinos a lo largo y ancho del reino. Pedro, nacido precisamente en Melilla y estrechamente vinculado a su padre durante sus años formativos, modeló su aprendizaje en la Academia de Matemáticas de Barcelona. Su consolidación «teórica» y excelencia profesional le permitieron entrar a formar parte de la Academia de Bellas Artes de San Fernando, donde participó durante varios años en las sesiones vinculadas a temas de arquitectura, integrándose en los ambientes ilustrados de la Corte durante su estancia en Madrid.

La formación profesional del ingeniero

Con anterioridad a la normalización académica, el ingeniero se formó básicamente a pie de obra o en el campo de batalla. La transmisión del conocimiento y de las técnicas de intervención en términos poliorcéticos y de fortificación vino condicionada por la actividad sobre el terreno. En principio fue, pues, una progresión fundamentalmente práctica.

Pero algunos observaron la conveniencia de consolidar la experiencia acumulada mediante la reglamentación y la organización racional del saber de una manera ordenada y sólidamente cimentada en la reflexión teórica.

De los procesos estructurados según un mecanismo inductivo por el cual la evolución o transformación de los usos y esquemas utilizados se llevaba a cabo desde la observación, la experimentación y la comprobación de la validez o la ineficacia de los postulados y las obras ejecutadas, se pasó a la conciencia de diseñar y planificar en abstracto o, en todo caso, mediante la configuración de modelos apriorísticos que reunieran con la mayor seguridad posible las excelencias de las propuestas concebidas para obtener los resultados más satisfactorios, con el mayor grado de universalidad posible (fig. 7).

Esta sistematización, para su eficacia y continuidad, condujo a la creación de cursos formativos, en ocasiones a modo de iniciativas particulares, pero definitivamente bajo la tutela institucional promovida desde la Corona.

Dicotomía o conciliación entre la obra y la academia

El *teatro de la guerra* en los Países Bajos resultó ser un marco especialmente eficaz para el aprendizaje de la profesión de ingeniero. El cambio incesante de alianzas entre Estados permitió, valga la expresión, una generalizada «promiscuidad» profesional entre los ingenieros al servicio de las diferentes Coronas. Algo que en teoría debería haber permanecido en el más absoluto de los secretos, era compartido por amigos y enemigos, de manera que la propia función de los criterios y los conceptos poliorcéticos iba tendiendo a la universalización.

A finales del siglo XVII ya no se hablaba prácticamente de escuela italiana de fortificación. El mundo de la ingeniería militar se había dividido genéricamente en una escuela holandesa encabezada por el general Menno van Coehoorn y otra escuela francesa liderada por Sébastien de Vauban, nombrado Mariscal de Francia ya comenzado el siglo XVIII.

Siguiendo su propia estela, en una actitud sabiamente compiladora cuyas raíces se hallaban en una ya lejana escuela italo-española, plasmada por Cristóbal de Rojas en sus tratados de finales del siglo XVI, se encontraba el célebre Sebastián Fernández de Medrano impartiendo su magisterio en la Real Academia de Matemáticas de Bruselas. Este centro formativo en los Países Bajos hispánicos fue el



FIG. 8 MIGUEL MUÑOZ ABRIL, *Clase magistral en la Academia*. Técnica mixta sobre papel, 2004.

núcleo aglutinador y el crisol de la moderna ingeniería militar del siglo XVIII en España. Allí se formaron en el campo de la teoría y sobre el terreno unos cuantos ingenieros, quienes, una vez perdidas las posesiones flamencas por parte de la Corona hispánica, constituyeron el armazón del ulterior Cuerpo de ingenieros español (fig. 8).

En la Academia de Bruselas, Fernández de Medrano insistía en la necesidad de dotar de una sólida base científica y técnica a aquellos «aprendices» que, en buena medida, ya disponían de un destacado conocimiento práctico de las labores del ingeniero militar. La conciliación entre un buen bagaje experimental y una consistente formación académica se convirtió en la condición indispensable para la organización de un colectivo profesional homologable al ya existente en Francia.

¿POR QUÉ, DÓNDE, CÓMO, CUÁNDO...?

Constitución del Cuerpo de ingenieros

La necesidad de crear una estructura jerarquizada y profesionalmente solvente fue la premisa para el surgimiento y la constitución oficial del Cuerpo de ingenieros militares. Las razones eran claras: el establecimiento de dicho colectivo como Cuerpo del ejército

permitía generar un escalafón específico estructurado mediante su propio sistema de mando, aunque en definitiva tuviera sus correspondencias con la jerarquía castrense regular. Ello permitiría, en teoría, una amortización más efectiva de las capacidades que sus miembros podrían manejar a la hora de realizar las labores planificadas.

El cierre de la Academia de Bruselas a raíz de la pérdida de las posesiones flamencas y el aumento de la intensidad en el enfrentamiento borbónico-austracista en la Península



FIG. 9 Anónimo [Juan Martín Zermeno], *Diseño para el uniforme reglamentario del Cuerpo de ingenieros del ejército español*. Tinta y colores sobre papel, 1751. Archivo General de Simancas, MP y D 15,055.

Ibérica con motivo de la sucesión al trono de España, desplazó definitivamente el teatro bélico al sur de los Pirineos.

Consciente de las ventajas estratégicas del centralismo de inspiración francesa, Felipe V resolvió, emulando a su abuelo Luis XIV, crear el Cuerpo de ingenieros bajo la convicción de que ello contribuiría en gran medida al éxito de su actividad bélica frente al otro aspirante, el austríaco Carlos III (fig. 9).

En 1710, durante las campañas en el frente de la antigua Corona de Aragón, el rey Felipe V, a través del Marqués de Bedmar y a instancia de su ingeniero general, promulgó la Orden para que el propio Jorge Próspero Verboom planificara la estructura del nuevo Cuerpo, una de cuyas características fundamentales radicaba en la desvinculación de este respecto de la Artillería, bajo cuyo mando fáctico habían estado sometidos los ingenieros con anterioridad. El 17 de abril de 1711, en un momento en que el flamenco se hallaba cautivo en Barcelona, casi un año más tarde de haber sido herido y apresado en la batalla de Almenara, Felipe V firmó y expidió el plan general de los ingenieros de los ejércitos y plazas.

La estructura jerarquizada debía respetar la figura del comandante o ingeniero general, quien habría de asumir también el cargo de director general de fortificaciones. Bajo su mando el territorio quedaría dividido en provincias, cada una de ellas dependiente del correspondiente ingeniero director (fig. 10).

La progresiva trascendencia del Cuerpo de ingenieros de la monarquía hispánica queda patente al observar el destacado aumento del número de estos desde comienzos del siglo XVI hasta los primeros años del siglo XIX. Las cifras son reveladoras: de los cinco ingenieros al servicio de la Corona española en el período 1501-1524, a los

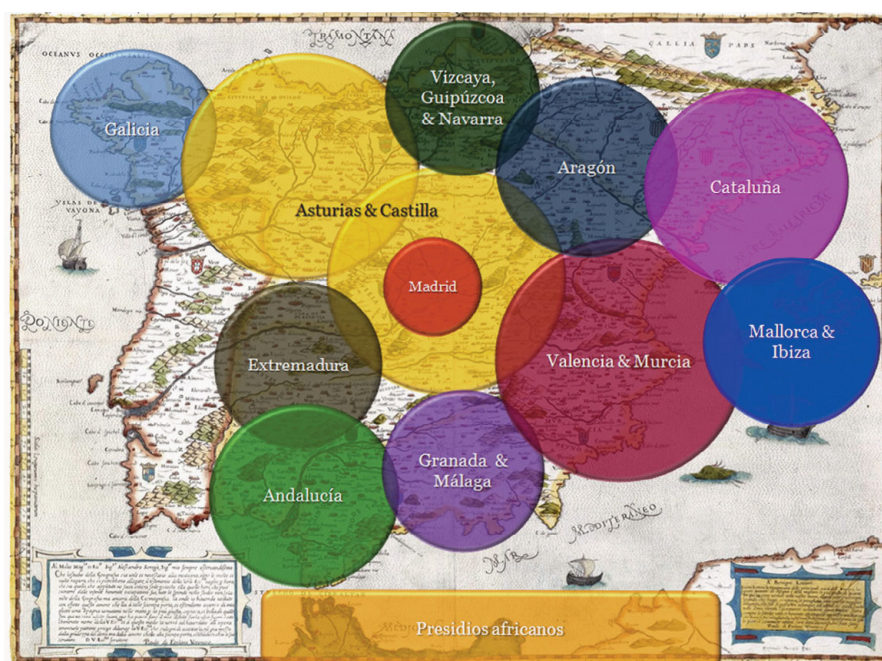


FIG. 10 División provincial del reino de España para la organización de las direcciones de ingenieros durante el siglo XVIII.

Año	Número de ingenieros
1501-1524	5
1525-1549	17
1550-1574	24
1575-1599	32
1600-1624	30
1625-1649	96
1650-1674	60
1675-1699	65
1723	84
1726	88
1728	128
1733	129
1739	114
1740	140
1765	150
1768	150
1778	147
1803	196

FIG. 11 Ingenieros al servicio de la Corona activos entre 1501 y 1803.

196 activos en 1803 bajo el reinado de Carlos IV (fig. 11).

Desde el punto de vista institucional, el devenir del colectivo de ingenieros en cuanto a su estructura corporativa sufrió algunos cambios durante el siglo XVIII. Los principales hitos que afectaron a la integridad del Cuerpo fueron: a mediados del siglo XVIII, la escisión respecto de la Artillería hasta una nueva fusión bajo el mandato del Conde de Aranda en 1756; la definitiva separación de ambos Cuerpos en 1761; la división en los ramos de Plazas y Fortificaciones, Academias de Matemáticas y Arquitectura Civil, Caminos, Canales y Puentes bajo el mando de Silvestre Abarca en 1774; la ulterior fusión de los ramos de Fortificaciones y Academias en 1784; y la reunificación de las tres secciones del Cuerpo en 1791 durante la comandancia general de José Urrutia.

El funcionamiento del Cuerpo se rigió por una serie de ordenanzas que delimitaban las funciones de sus miembros en las diferentes parcelas de su profesión. Durante el siglo XVIII fueron promulgadas la «constituyente» de 1718 y la general para todo el ejército de 1768, con un capítulo específico dedicado al Cuerpo de ingenieros. La ordenanza de 1718, responsabilidad directa del primer ingeniero general Jorge Próspero Verboom, trataba de definir el marco genérico en el que debían actuar los integrantes del colectivo, principales responsables del reconocimiento territorial que constituiría el pilar sobre el cual deberían realizarse todas las intervenciones para garantizar el control del reino, concretadas principalmente en las plazas fuertes y los puertos de mar, así como mediante una serie de obras públicas, básicamente ligadas a las infraestructuras hidráulicas y a la red de comunicaciones. Todo ello reforzado por un conjunto de reformas de carácter económico para propiciar el desarrollo y el bienestar de la ciudadanía. En lo relativo a las funciones específicas de los ingenieros, la Ordenanza de 1718 indicaba el modo en que debían realizarse los proyectos y la dirección de las obras sobre el terreno.

La Ordenanza de 1768 fue promulgada 35 años después de la nueva planta de 1733 para el reclutamiento de personal cualificado de cara a ingresar en el Cuerpo, ya bajo la comandancia del ingeniero general Juan Martín Zermeño. El texto normativo reflejaba

la necesidad de reestructurar el colectivo y de ampliar una vez más la plantilla de los ingenieros. Zermelo consideraba que estos deberían limitarse a funciones de carácter estrictamente militar y proponía la constitución de un Cuerpo especializado de caminos, canales y puertos, según el espíritu del existente en Francia desde 1712 bajo la denominación de *Ponts et Chaussées*. La sugerencia no prosperó hasta 1774.

Las principales novedades de 1768 con respecto a la Ordenanza de 1718 giraron en torno al escalafón: los delineadores pasaban a llamarse ayudantes de ingeniero y se creaba la categoría de los ingenieros voluntarios. Además quedaban más definidas en detalle las responsabilidades profesionales de los miembros del Cuerpo.

A merced de los reyes y los políticos de turno

La instauración de la dinastía borbónica en España supuso, en principio, la aproximación a los modelos institucionales franceses, lo cual, en lo relativo a los ingenieros militares, comportó la inspiración en las estructuras organizativas del *Corps du Génie* organizado a finales del siglo XVII.

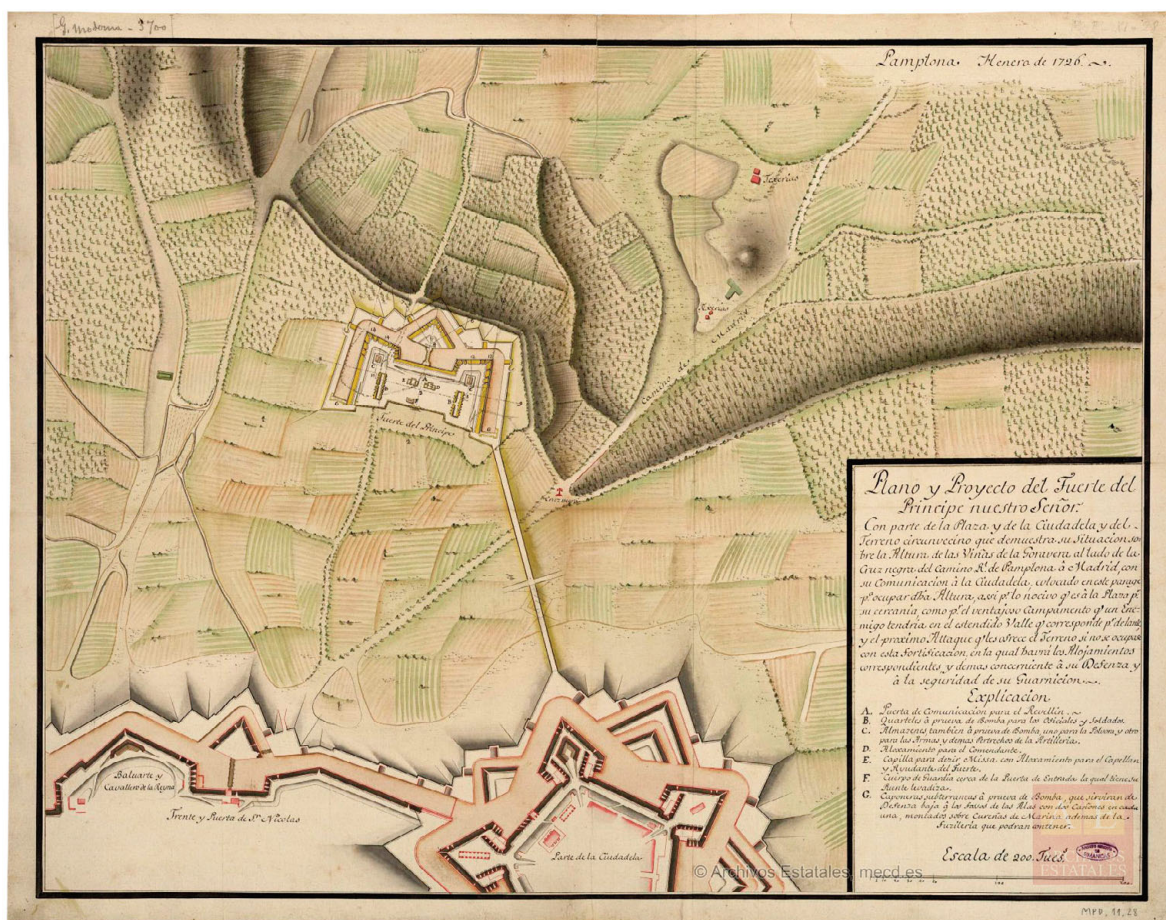


FIG. 12 Anónimo [Jorge Próspero Verboom], *Plano y Proyecto del Fuerte del Príncipe nuestro Señor. Con parte de la Plaza [de Pamplona] y de la Ciudadela y del terreno circunvecino...* Tinta y colores sobre papel, 1726. Archivo General de Simancas, MP y D 11,028.

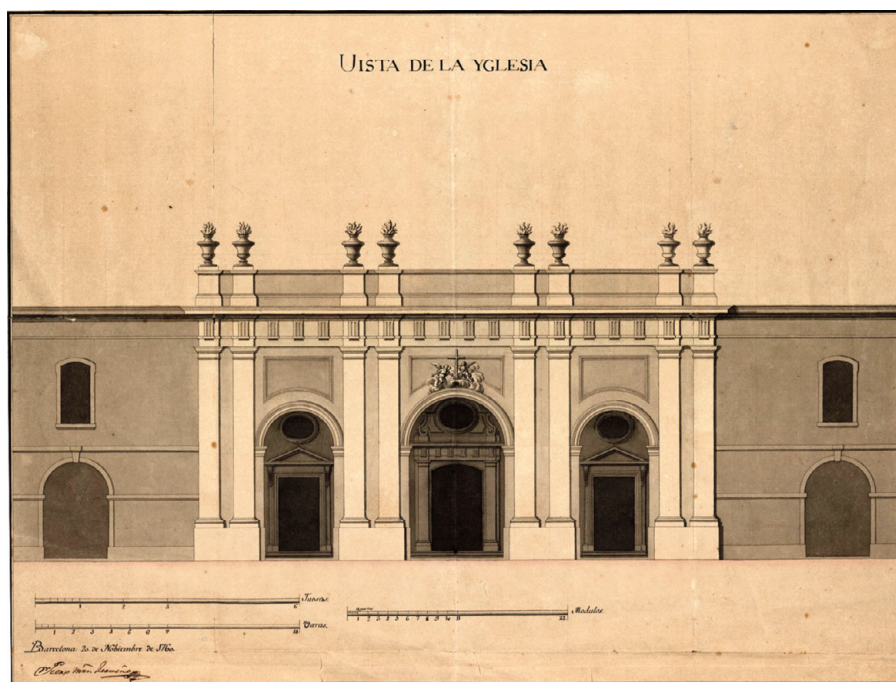


FIG. 13 PEDRO MARTÍN ZERMEÑO, *Elevación de la fachada de la iglesia del «castillo» de San Fernando de Figueras*. Tinta y colores sobre papel, 1760. Arxiu Històric de la Ciutat, Barcelona, Gràfics. Documents Visuals i Cartogràfics, DIGITALITZAT 8.3/2662.

Los cinco monarcas que ostentaron la Corona hispánica durante el siglo XVIII tuvieron diversas sensibilidades en lo relativo al modo de gestionar el reino. Sin embargo, fueron los estadistas quienes manejaron los hilos de la política nacional e internacional y contribuyeron a establecer diferentes criterios en el manejo institucional de las prioridades que debían ordenar las funciones de los ingenieros.

Grosso modo, el reinado de Felipe V se centró en la configuración del nuevo estado centralista, con las correspondientes reformas políticas, económicas, etc., y en el establecimiento de las bases para el control del territorio con el fin de conseguir dichos objetivos (fig. 12).

Los años que gobernó su hijo Fernando VI constituyeron la consolidación de un régimen de paz, por lo cual pudo afrontarse una serie de intervenciones para fortalecer la seguridad del Estado (fig. 13).

El reinado ilustrado de Carlos III permitió, de forma «natural», el desarrollo social, económico, industrial, etc. Por extensión, el compromiso mayormente científico y cultural caló hondo con el afianzamiento de las academias y los aires reformistas de modernidad (fig. 14). Estas circunstancias influyeron notablemente en la especificidad de los ramos en que se diversificó el Cuerpo de ingenieros.

La inercia durante el controvertido gobierno de Carlos IV condujo a una cierta desorientación en el rumbo de la especialización sectorial del colectivo, que llevó irremisiblemente a su reunificación en 1791.

Evidentemente, las figuras de los monarcas fueron las cabezas visibles de las planificaciones políticas que los integrantes de los consejos de estado y las correspondientes



FIG. 16 IGNACIO VALLS (grab.), sello de la Real Academia de Matemáticas de Barcelona. Grabado sobre papel, siglo XVIII.

lidad manifestaba explícitamente que no todos los individuos disponían de las mismas aptitudes para desarrollar una u otra función. Aquellos ingenieros altamente experimentados en responsabilidades prácticas podían llegar a tener serias lagunas en otras facetas trascendentales para el trabajo en equipo. Y viceversa: las carencias de algunos teóricos indiscutibles resultaban alarmantes a la hora de afrontar labores *in situ*.

La dedicación fáctica de los ingenieros militares se distribuía, según las necesidades coyunturales, en diversos

ámbitos. En tiempos de guerra, su prioridad era la participación en campañas bélicas y acciones de carácter poliorcético, es decir, relativas al ataque y la defensa de plazas fuertes. Por otro lado, normalmente tras el fin de las hostilidades –pero también de forma simultánea a estas– resultaba trascendental su intervención en obras de fortificación y en otras directamente vinculadas con el carácter militar. Normalmente, una vez conseguida la pacificación y la estabilidad política aparecían las responsabilidades en obras de tipo civil y público. La inmersión en el mundo de la transmisión del conocimiento constituía una vía abierta desde la misma formación de las academias de matemáticas. En ellas, los ingenieros (o los aspirantes a ingresar en el Cuerpo), podrían incrementar su nivel de profesionalidad con el fin de retroalimentar cada una de las funciones para las cuales se les suponía hábilmente preparados.

La Academia de Matemáticas de Barcelona fue abierta en la ciudadela de la capital del Principado en 1720 de la mano del ingeniero general Jorge Próspero Verboom. Los movimientos para su creación habían arrancado unos cuatro años antes, siguiendo el modelo de la regentada en Bruselas por Sebastián Fernández de Medrano hasta los primeros años del siglo XVIII (fig. 16).

La Ordenanza de 1739 para la enseñanza de las matemáticas en la Academia barcelonesa fue resultado del empeño de su segundo director, el asturiano Pedro Lucuze. Este sucedió a Mateo Calabro en dicho cargo, quien había sido cesado tras veinte años ostentando su dirección de forma polémica y protagonizando varios enfrentamientos con Verboom y otros ingenieros.

La institución pedagógica se convertía en el centro homologado normativamente para la formación científica y práctica de los ingenieros y artilleros de la Corona, principal-

mente. Pero no fue la única: también se abrieron en 1732 y 1739, respectivamente, sendos centros de enseñanza en Orán y Ceuta.

Los estudios duraban tres años, divididos en cuatro cursos de nueve meses cada uno. Las materias impartidas iban desde aspectos teóricos (aritmética, geometría, trigonometría, astronomía) hasta su aplicación práctica en términos de artillería, fortificación, poliorcética y táctica. Otras disciplinas resultaron capitales, como la geografía, mecánica y maquinaria, hidráulica y construcción. De forma específica los académicos eran instruidos en los campos de la perspectiva, gnomónica y cartografía, náutica y dibujo. A modo de complemento aparecía la formación en temas de reglamentación, administración y contabilidad, etc.

La Academia disponía de una nutrida biblioteca que abarcaba las diferentes materias impartidas en sus aulas y que constituyó un referente bibliográfico de gran nivel para la consecución de los objetivos pedagógicos. De hecho, este plan de estudios, junto al de la Academia de Guarda Marinas de Cádiz, fue el más completo de todos los centros de enseñanza de matemáticas españoles de la época.

Los alumnos debían seguir las clases con gran aplicación, redactando de puño y letra las lecturas de sus profesores en forma de cursos manuscritos. También se ejercitaban copiando referentes cartográficos de reconocida autoridad. Estos y otros ejercicios les permitían a los académicos realizar las respectivas pruebas personales o exámenes, con cuya superación podían ir progresando en los cursos y acabar obteniendo el título correspondiente a sus estudios.

Una variante de evaluación académica la constituyeron los certámenes de carácter público, establecidos en la Ordenanza de 1739 e impregnados de un espíritu que, reforzado por el pensamiento ilustrado, pretendía estimular los valores propios de la cultura y la educación como vías para el desarrollo social, científico y técnico del país.

¿VALIÓ LA PENA EL ESFUERZO?

Del detall a la empresa utópicamente desmesurada

De la abundante documentación gráfica conservada en los archivos de la Corona, junto a las innumerables memorias y relaciones vinculadas a dicho material, podemos inferir el alto grado de profesionalidad de la gran mayoría de los ingenieros militares que formaron parte del Cuerpo durante el siglo XVIII.

No todos fueron hábiles a la hora de plasmar sobre el papel los proyectos con la excelencia requerida, pero la formación normalizada en las academias de matemáticas contribuyó a regular los métodos y las técnicas para conseguir la universalización de un



FIG. 17 JUAN MARTÍN ZERMEÑO *et alt.*, «Castillo» de San Fernando, Figueras, 1753 en adelante.

lenguaje común, indispensable de cara a alcanzar los objetivos planificados. Muchos ingenieros dispusieron incluso de notables recursos para expresar gráficamente sus propuestas, mostrando en ocasiones características más propias de un medio de expresión de naturaleza artística.

Unos pocos asumieron responsabilidades a gran escala que rayaron la utopía y que necesitaron de un extraordinario esfuerzo colectivo para poder ser llevadas a cabo. Este tipo de empresas de magnitud fuera de lo común hubo de ser dispuesto bajo la estricta planificación de un sistema integral de diseño, concebido a su vez desde un exhaustivo control técnico por parte de la mente proyectista (fig. 17). En este sentido, el rigor en el seguimiento de un método de trabajo enormemente racional y universal permitió la expansión del fenómeno protagonizado por los ingenieros a cualquier parte de las posesiones de la monarquía, especialmente en los territorios ultramarinos.

La universalidad del lenguaje gráfico y técnico-científico, explícitamente favorecida e impulsada por el pensamiento de la Ilustración, condujo a un desarrollo de los mecanismos cartográficos verdaderamente espectacular durante la segunda mitad del siglo XVIII, cuya interpretación en las diversas fases de materialización de los proyectos permitió ir evitando muchos de los problemas y desajustes que solían producirse con anterioridad entre el material delineado sobre el papel y su ejecución sobre terreno, convirtiéndose en un vehículo objetivo de comunicación entre los diferentes estamentos implicados en la construcción de las obras proyectadas.

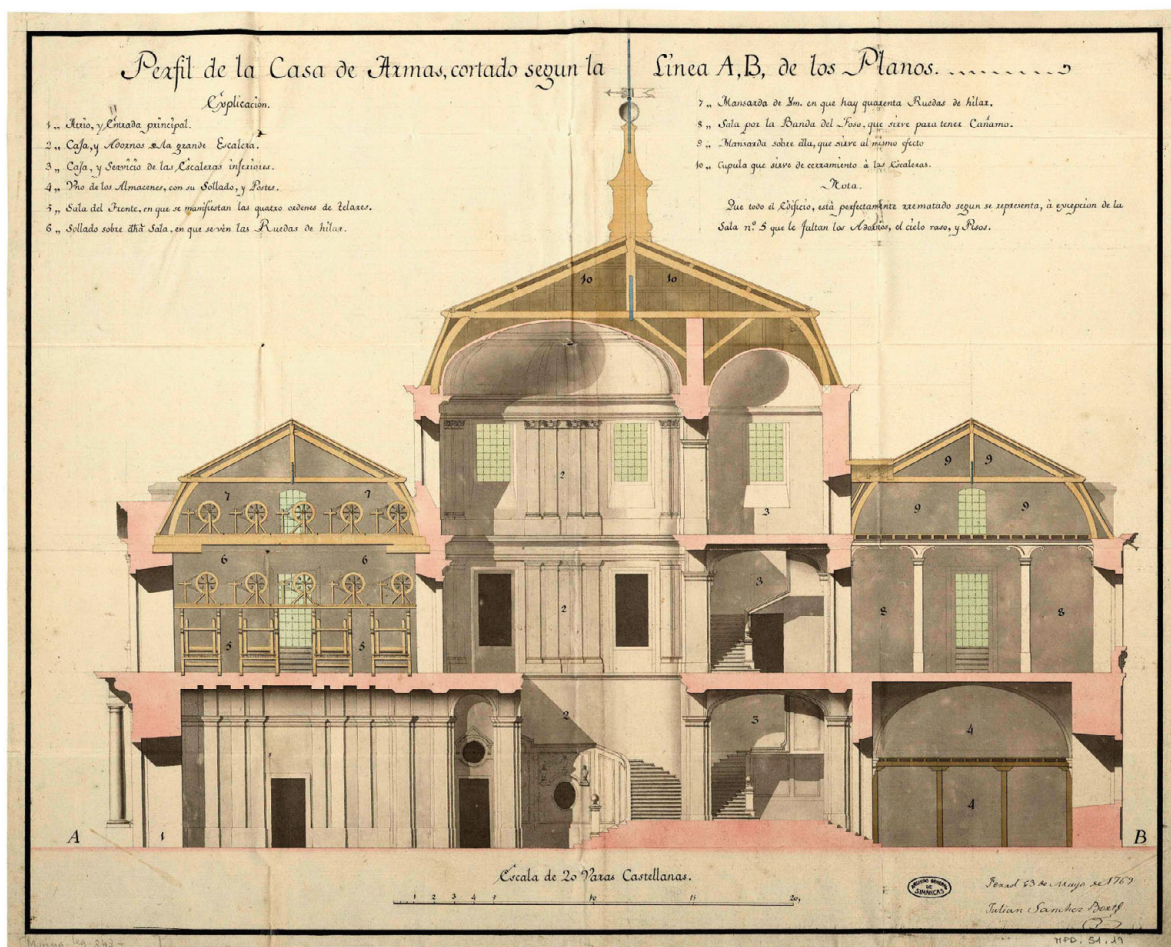


FIG. 18 JULIÁN SÁNCHEZ BORT, *Perfil y sección de la Casa de Armas del Arsenal de Ferrol*. Tinta y colores sobre papel, 1769. Archivo General de Simancas, MP y D 51,019.

Hitos materiales para una historia «ilustrada»

Es imposible afrontar de forma sintética todos los logros que los miembros del Cuerpo de ingenieros de la Corona hispánica aportaron para la construcción de un estado sólidamente estructurado y funcionalmente viable. Los ya citados conceptos de interdisciplinariedad y polivalencia estuvieron en la base de sus actuaciones. Atendiendo con mayor énfasis a sus intervenciones vinculadas al espíritu ilustrado que alentó la dinámica del desarrollo nacional durante la segunda mitad del siglo XVIII, podemos mencionar algunos ámbitos de su labor que nos pueden aproximar a la luz que ellos manejaron.

Su principal actividad se desarrolló, evidentemente, en el campo de la fortificación. El pragmatismo estratégico y los criterios de solidez estructural y optimización de la funcionalidad fueron primordiales a la hora de proyectar las correspondientes edificaciones, tanto en lo referente a la prevención, la restauración y la reparación como a la ejecución material de sus diseños de nueva planta, de reforma y de rehabilitación. El aspecto funcional también fue un claro referente en otras empresas que tuvieron un destino mani-

fiestamente castrense, como las relativas a la erección de cuarteles *ex novo*. De forma similar, las propuestas de los edificios hospitalarios manejaron también la lógica en torno a las necesidades de higiene y a los convenientes esquemas de distribución espacial planteados para este tipo de construcciones sanitarias.

El desarrollo económico que protagonizó el siglo XVIII contribuyó a la planificación de los edificios industriales y de los equipamientos vinculados a los nuevos medios de producción, los cuales habían de aprovechar de modo inteligente y eficaz las fuentes de energía, tanto naturales como artificiales (fig. 18). Junto al progreso de la industria, la rentabilización de los recursos naturales como el agua para el riego y la racionalización de la productividad agrícola y ganadera también estuvo en manos de los ingenieros militares, cuyas competencias técnicas, progresiva y específicamente perfeccionadas, contribuyeron al desarrollo económico del país y a la subsiguiente expansión comercial y aumento de la riqueza nacional. Al respecto, su labor fue trascendental para la materialización de la indispensable red de comunicaciones, tanto terrestres como portuarias.

También el pensamiento ilustrado caló hondo en las intervenciones de los ingenieros ligadas a la racionalización urbanística y a la creación de nuevas poblaciones en todos los territorios hispánicos durante la segunda mitad del siglo XVIII, tanto peninsulares como insulares y ultramarinos.

Más allá de su actuación en términos de obras públicas, estructuras e infraestructuras, los ingenieros militares tendieron a afrontar sus responsabilidades creativas, artísticas y

arquitectónicas mostrando su capacidad de simbiosis con el medio ambiente y manifestando una interesante dualidad entre el espíritu castrense y las necesidades del gusto «civil». Aunque algunos de ellos se aproximaron puntualmente al barroquismo que dominaba el panorama español de la primera mitad del siglo XVIII, la creación en 1752 de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando constituyó un referente para buena parte del colectivo, que optó pragmáticamente por seguir el cauce de los criterios normativos estrechamente relacionados con las directrices estéticas emanadas desde los círculos académicos oficiales de la Corte. Dichos postulados acabaron imponiendo el pensamiento clasicista aplicado a la arquitectura y las obras de ingeniería civil, el cual comportaba la integra-



FIG. 19 PEDRO MARTÍN ZERMEÑO *et alt.*, Nave central de la *Seu Nova*, Lérida, 1761-1781.

ción racionalista de estructuras, función y belleza (fig. 19).

Finalmente, y acorde con los tiempos de la Ilustración, su sensibilidad se movió también hacia el respeto y la conciencia del legado de la Antigüedad, en tanto que factor trascendental para la configuración de la cultura y la identidad nacionales, factores dignos incluso de poder entrar a formar parte del acervo material a través de la nueva mentalidad arqueológica, coleccionista y museológica promovida por la Corona y determinados nobles de relieve (fig. 20).

Es indudable que, de no haberse creado el Cuerpo de ingenieros en los términos transversales en que evolucionó su abanico de responsabilidades técnicas, los postulados ideológicos y las voluntades políticas que desarrolló la monarquía borbónica, desde su establecimiento en el poder con el inicio del siglo XVIII, y su enérgico impulso a instancias del pensamiento ilustrado de la segunda mitad de la centuria no habrían podido encontrar el vehículo profesional que hubiera permitido la ejecución de todas esas propuestas de modernidad y racionalización fundadas en el conocimiento teórico y práctico, que poseyeron y ejercitaron los miembros del colectivo de ingenieros militares de la Corona española.



FIG. 20 Anónimo [Carlos Lemaux], *Representacion de cinco de las Seis Piedras que se han hallado a 720 Tuestas, medidas desde el medio del Puente des Torre, yendo al Manzanal, Cavando el Cammino nuevo Sobre la Direccion de la antigua via Militar que conducia desde Astorga a Bergidum descubierta en 1764...* Tinta sobre papel, 1767. Archivo General de Simancas, MP y D 38,093.

NOTA

* Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i *El dibujante ingeniero al servicio de la monarquía hispánica. Siglos XVI-XVIII* (DIMH), HAR2012-31117, Ministerio de Economía y Competitividad (España).

BIBLIOGRAFÍA

Dado el carácter general del presente texto, consistente en una introducción a la figura del ingeniero y la ingeniería militar del siglo XVIII en el ámbito hispánico, hemos creído oportuno no complicar la estructura de aquel y su lectura mediante numerosas notas y referencias bibliográficas específicas. Es por ello que, para disponer de una información adecuada sobre el tema, remitimos a la consulta de la siguiente bibliografía, la cual incluye los títulos más representativos al respecto. Hemos dejado conscientemente de lado la abundante hemerografía y el detalle de los capítulos integrantes de obras colectivas, material que no haría más que enredar innecesariamente el sentido introductorio de esta aportación.

- La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares, 1720-1803*, Barcelona, Museu Maritim, 2004.
- J. ALMIRANTE: *Diccionario Militar. Etimológico, histórico, tecnológico*, Madrid, Imprenta del Depósito de la Guerra, 1869.
- Arquitectura e iconografía artística militar en España y América (siglos XV-XVIII)*. *Actas de las III Jornadas Nacionales de Historia Militar*. Sevilla, 9-12 de marzo de 1993, Sevilla, Cátedra «General Castaños», 1999.
- H.-M.-A. BERTHAUT: *Les Ingénieurs Géographes Militaires, 1624-1831. Étude Historique*, París, Imprimerie du Service Géographique, 1902.
- A. BLANCHARD: *Les ingénieurs du roy de Louis XIV à Louis XVI. Étude du Corps des fortifications*, Montpellier, Université Paul-Valéry, 1979.
- T. BLANES MARTÍN: *Fortificaciones del Caribe*, La Habana, Letras Cubanas, 2001.
- A. BONET CORREA: *Cartografía militar de plazas fuertes y ciudades españolas. Siglos XVII-XIX. Planos del Archivo Militar francés*, Madrid, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1991.
- A. BONET CORREA, S. LORENZO FORNIES, F. MIRANDA REGOJO: *La polémica ingenieros-arquitectos en España. Siglo XIX*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1985.
- A. BRAVO NIETO: *Ingenieros militares en Melilla. Teoría y práctica de fortificación durante la edad moderna. Siglos XVI a XVIII*, Melilla, UNED, 1991.
- F. R. CABRERA PABLOS: *Puerto de Málaga. De Felipe V a Carlos III*, Málaga, Autoridad Portuaria de Málaga, 1994.
- J. A. CALDERÓN QUIJANO: *Historia de las Fortificaciones en Nueva España*, Sevilla, s. ed., 1953.
- *Las fortificaciones españolas en América y Filipinas*, Madrid, Mapfre, 1996.
- J. A. CALDERÓN QUIJANO y A. BANDA VARGAS: *Las defensas del Golfo de Cádiz en la Edad Moderna*, Sevilla, Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría, 1974.
- A. CÁMARA MUÑOZ (coord.): *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, Centro de Estudios Europa Hispánica, 2005.
- M^{ra} G. CANO RÉVORA: *Cádiz y el Real Cuerpo de Ingenieros Militares (1697-1845)*, Cádiz, Universidad de Cádiz, 1994.
- H. CAPEL SÁEZ: *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*, Vilassar de Mar, Oikos-tau, 1982.
- H. CAPEL SÁEZ et al.: *Los ingenieros militares en España. Siglo XVIII. Repertorio biográfico e inventario de su labor científica y espacial*, Barcelona, Universitat de Barcelona, 1983.
- H. CAPEL SÁEZ, J.-E. SÁNCHEZ, O. MONCADA: *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Barcelona, El Serbal / Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1988.
- J. CARRILLO DE ALBORNOZ GALBEÑO: *Caballeros de la Real y Militar Orden de San Fernando (ingenieros)*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2009.
- *Los ingenieros militares Juan y Pedro Zermeño. Paradigmas de la Ilustración*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2012.
- J. M. CIDONCHA TOUBES: *Acuartelamientos de La Coruña. La ingeniería militar en La Coruña y su entorno. 300 años del Cuerpo de Ingenieros Militares en Galicia*. S. I., s. ed., 2013.
- F. COBOS GUERRA: *Las escuelas de fortificación hispánicas en los siglos XVI, XVII y XVIII*, Segovia, Patronato del Alcázar de Segovia, 2012.
- F. COBOS GUERRA y J. CAMPOS: *Ciudad Rodrigo. La fortificación de la Raya Central*, Ciudad Rodrigo, Consorcio Transfronterizo de Ciudades Amuralladas, 2013.
- T. COLLETTA: *Piazzeforti di Napoli e Sicilia. Le «carte Montemar» e il sistema difensivo meridionale al principio del Settecento*, Nápoles, Edizioni Scientifiche Italiane, 1981.
- L. CORTADA COLOMER: *Estructures territorials, urbanisme i arquitectura poliorcètics a la Catalunya preindustrial*, 2 vols., Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 1998.
- M. DÍAZ-MARTA et al.: *Cuatro conferencias sobre la historia de la ingeniería de las obras públicas en España*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1987.
- C. DÍAZ CAPMANY: *La fortificación abaluartada. Una arquitectura militar y política*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2003.

- É. D'ORGEIX e I. WARMOES (dir.): *Les savoirs de l'ingénieur militaire et l'édition de manuels, cours et cahiers d'exercices (1751-1914)*. Actes de la 5e journée d'étude du musée des Plans-reliefs, Paris, Ministère de la Culture et de la communication - Direction des patrimoines / Musée des Plans-reliefs, 2012.
- I. GONZÁLEZ TASCÓN et al.: *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996.
- G. DUCLÓS BAUTISTA: *La fortificación de un territorio. Arquitectura militar en la Raya de Huelva. Siglos XVII y XVIII*, Huelva, Diputación de Huelva, 2003.
- V. ECHARRI IRIBARREN: *Las murallas y la Ciudadela de Pamplona*, Pamplona, Gobierno de Navarra, 2000.
- Estudio histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército*, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, 1911.
- Fortalezas catalanas de la Ilustración. 250 años de los castillos de Montjuïc de Barcelona y de San Fernando de Figueres*, Barcelona, Museo Militar de Montjuïc, 2003.
- J. A. GALINDO DÍAZ: *El conocimiento constructivo de los ingenieros militares del siglo XVIII. Un estudio sobre la formalización del saber técnico a través de los tratados de arquitectura militar*, tesis doctoral, Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, 2002.
- M. GALLAND SEQUELA: *Les ingénieurs militaires espagnols de 1710 à 1803. Étude prosopographique et sociale d'un corps d'élite*, Madrid, Casa de Velázquez, 2008.
- J. E. GARCÍA MELERO: *Tratados de arquitectura, urbanismo e ingeniería*, Madrid, Fundación Histórica Tavera, 2000.
- M. GIL MUÑOZ: *Perfil humano de la oficialidad en el contexto de la Ilustración*, Madrid, Ministerio de Defensa, 1995.
- G. GUARDA O. S. B.: *Flandes indiano. Las fortificaciones del Reino de Chile, 1541-1826*, Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile, 1990.
- R. GUTIÉRREZ y C. ESTERAS MARTÍN: *Territorio y fortificación. Vauban, Fernández de Medrano, Ignacio Sala y Félix Prósperi. Influencia en España y América*, Madrid, Tuero, 1991.
- Ingenieros del Ejército. Compendio histórico publicado al cumplirse el segundo centenario de la creación del Cuerpo y dedicado a sus clases e individuos de tropa*, Madrid, Imprenta del Memorial de Ingenieros del Ejército, 1911.
- Instrucción, y Ordenanza De 4 de Julio de 1718. Para los Ingenieros, y otras personas, dividida en dos partes. En la primera se trata de la formacion de Mapas, ò Cartas Geograficas de Provincias, con observaciones, y notas sobre los Rios que se pudiesen hacer navegables, Azequias para Molinos, Batanes, y Riegos, y otras diversas diligencias, dirigidas al beneficio universal de los Pueblos; y asimismo el reconocimiento, y formacion de Planos, y relaciones de Plazas, Puertos de Mar, Bahias, y Costas; y de los reparos, y nuevas obras, que necesitaren, con el tanteo de su coste. En la segunda se expresan los reconocimientos, tanteos, y formalidades con que se han de executar las obras nuevas, y los reparos que fueren precisos en las Fortificaciones, Almacenes, Cuarteles, Muelles, y otras Fabricas Reales, y sobre conservacion de las Plazas, y Puertos de Mar*, s.l., s.ed., s.a.
- C. LAORDEN RAMOS: *Obra civil en Ultramar del Real Cuerpo de Ingenieros*, 2 vols., Madrid, Ministerio de Defensa, 2008.
- *Fortificaciones en Cataluña. Tortosa y Bajo Ebro*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2010.
- «Las obras públicas en el siglo XVIII», en MOPU. *Revista del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*, nº 356 (número extraordinario monográfico), julio-agosto 1988.
- A. DE LIZAUR DE UTRILLA (coord.): *La Ilustración en Cataluña. La obra de los ingenieros militares*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2010.
- P. LUENGO GUTIÉRREZ: *Manila, plaza fuerte, 1762-1788. Ingenieros militares entre Asia, América y Europa*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2013.
- J. MAÑAS MARTÍNEZ: *Puertos y fortificaciones en América y Filipinas*, Madrid, CEHOPU, 1985.
- E. MARTÍNEZ RUIZ y M. de PAZZIS PI CORRALES (ed.): *Ilustración, ciencia y técnica en el siglo XVIII español*, Valencia, Universitat de València, 2008.
- A. MARZAL MARTÍNEZ: *La ingeniería militar en la España del XVIII. Nuevas aportaciones a la historia de su legado científico y monumental*, Madrid, Editorial Complutense, 1991.
- M^a C. MELENDREAS GIMENO: *La fortificación de la Base Naval de Cartagena en el siglo XVIII. Proyectos, mapas y planos*, Murcia, Universidad de Murcia, 2009.
- J. O. MONCADA MAYA: *Ingenieros militares en Nueva España. Inventario de su labor científica y espacial. Siglos XVI a XVIII*, México D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, 1993.
- *El ingeniero Miguel Constanzó. Un militar ilustrado en la Nueva España del siglo XVIII*, México D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, 1994.
- J. MORA CASTELLÀ: *La construcció a Catalunya en el segle XVIII. La Universitat de Cervera com a paradigma de l'arquitectura dels enginyers militars*, Guissona, el autor, 1997.
- J. M. MUÑOZ CORBALÁN: *Los ingenieros militares de Flandes a España (1691-1718)*, 2 vols., Madrid, Ministerio de Defensa, 1993.
- *La iglesia de la Ciudadela de Barcelona*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2004.
- (coord.): *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*, Madrid, Barcelona, Ministerio de Defensa, Novatesa, 2004.

- Jorge Próspero Verboom. *Ingeniero militar flamenco de la monarquía hispánica*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2015.
- Muraria, Pamplona, Gobierno de Navarra, 2005.
- J. OLIVERAS SAMITIER: *Nuevas poblaciones en la España de la Ilustración*, Barcelona, Fundación Caja de Arquitectos, 1998.
- R. PALACIO RAMOS: *Un presidio ynconquistable: la fortificación de la bahía de Santoña entre los siglos XVI y XIX*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2004.
- A. PICON: *Architectes et ingénieurs au siècle des Lumières*, Marsella, Parenthèses, 1988.
- A. PICON: *L'invention de l'ingénieur moderne. L'École des ponts et chaussées, 1747-1851*. París, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 1992.
- J. M. QUINTERO GONZÁLEZ: *La Carraca. El primer arsenal ilustrado español, 1717-1776*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2004.
- A. RABANAL YUS: *Las reales fundiciones españolas del siglo XVIII. Arquitectura y vida militar en la España del Siglo de las Luces*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Estado Mayor del Ejército, 1990.
- F. RODRÍGUEZ DE LA FLOR: *La Frontera de Castilla. El Fuerte de la Concepción y la arquitectura militar del Barroco y la Ilustración*, Salamanca, Diputación de Salamanca, 2003.
- (ed.): *Tratado de Fortificación o Arquitectura Militar dado por el Capitán de Infantería Don Mateo Calabro Ingeniero en Segunda de los Reales Ejércitos de Su Majestad y Director General de esta Real Academia de Matemáticas de Barcelona. Abril 1º de 1733*, Salamanca, Universidad de Salamanca, 1991.
- J. A. RODRÍGUEZ-VILLASANTE PRIETO: *La obsesión por el orden académico. El Arsenal de Ferrol*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2011.
- J. M. RUBIO PAREDES y Á. DE LA PIÑERA RIBAS: *Los ingenieros militares en la construcción de la base naval de Cartagena (siglo XVIII)*, Madrid, Estado Mayor del Ejército, 1988.
- J. A. RUIZ OLIVA: *Fortificaciones militares de Ceuta. Siglos XVI al XVIII*, Ceuta, Instituto de Estudios Ceutíes, 2002.
- Á. J. SÁEZ RODRÍGUEZ: *La montaña inexpugnable. Seis siglos de fortificaciones en Gibraltar (XII-XVIII)*, Algeciras, Instituto de Estudios Campogibraltares, 2006.
- F. SEGOVIA BARRIENTOS y M. NÓVOA RODRÍGUEZ (coord.): *El arte abaluartado en Cataluña. Estrategia de defensa en el siglo XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2013.
- J. M. SERRANO ÁLVAREZ: *Fortificaciones y tropas. El gasto militar en tierra firme, 1700-1788*, Sevilla, Diputación de Sevilla, 2004.
- Técnica e ingeniería en España*, 6 vols., Zaragoza, Real Academia de Ingeniería, Institución Fernando el Católico, Prensas Universitarias de Zaragoza, 2004-2007.
- J. TEIJEIRO FUENTES: *La fortificación abaluartada de Badajoz en los siglos XVII y XVIII. Apuntes históricos y urbanos*. Badajoz, A. Meléndez, 2000.
- J. TORREJÓN CHAVES: *La nueva población de San Carlos en la Isla de León, 1774-1806*, Madrid, Ministerio de Defensa, 1992.
- M. VALERA LIMIA: *Resumen histórico del Arma de Ingenieros en general y de su organización en España, por un antiguo Oficial del Cuerpo de Ingenieros del Ejército que desempeña hoy un alto cargo en otra carrera*, Madrid, Imprenta Nacional, 1846.
- A. VIGO TRASANCOS e I. MERA ÁLVAREZ: *Ferrol y las defensas del puerto de guerra del rey. La Edad Moderna: 1500-1800*, Ferrol, Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao, 2008.
- M^a C. VILLALÓN: *Badajoz, ciudad amurallada*, Mérida, Gabinete de Iniciativas Transfronterizas, 1999.
- I. WARMOES, É. D'ORGEIX, C. VAN DEN HEUVEL (dir.): *Atlas militaires manuscrits européens (XVI^e-XVIII^e siècles). Forme, contenu, contexte de réalisation et vocations. Actes des 4^{es} journées d'étude du musée des Plans-Reliefs*, París, Hôtel de Croisilles / Musée des Plans-Reliefs, 2003.

Volver al índice

Ingeniería civil e Ilustración en España

Ideas e imágenes

DANIEL CRESPO DELGADO
Fundación Juanelo Turriano

En ocasiones, tal vez por comodidad o porque las Luces marcaron su momento, Ilustración se utiliza prácticamente como sinónimo del siglo XVIII o de su segunda mitad. Pero lo cierto es que no son términos intercambiables y la Ilustración no puede reducirse, como es bien sabido, a una mera categoría cronológica. Convendremos en que no toda la literatura del siglo XVIII puede considerarse ilustrada porque no toda reflejó o partió de las inquietudes e ideas que caracterizan a dicho movimiento.

Me permito esta aclaración puesto que no trataremos aquí de toda la ingeniería civil del siglo XVIII, sino que nos centraremos en el remozado contexto trazado por la Ilustración en el que se resituaron las obras públicas. Esta nueva consideración que adquirieron las obras públicas bajo las Luces ha sido decisiva en la historia moderna de la ingeniería civil.

Empecemos señalando que uno de los principios claves del movimiento ilustrado, y más para nuestra aproximación, es la redefinición que promovió de la economía o lo económico¹. No es sólo que aumentase la literatura económica –un fenómeno perfectamente cuantificado²– sino que adquirió una importancia inédita. La economía pasó a considerarse una prioridad de la acción política. En general, esto no se vio como algo negativo; todo lo contrario, era un signo de progreso, de los nuevos tiempos, de la era de desarrollo y avance que la Ilustración reiteró estaba abriendo. Cándido María Trigueros llegó a escribir en el prólogo de su obra teatral *Los menestrales* (1784) que el siglo XVIII «en despecho de los actuales ignorantes, será algún día la época que más honre al género humano»³.

No olvidemos que las sociedades fundadas en buen número de ciudades españolas –entre ellas Segovia⁴– como avanzadillas ilustradas, se denominaron *sociedades económicas*, es decir, estaban centradas en promover medidas de fomento; pero además fueron



FIG. 1 Vista de Constantinopla desde Escutari, en *Viage a Constantinopla*, Madrid, Imprenta Real, 1790.

de amigos del país. Y es que la economía no sólo se promovió como una preocupación que debía ser protagonista de las instituciones, sino que se convirtió en una actividad cuya promoción definía al buen vasallo. Un vasallo que, por cierto, cada vez tendía a ser menos vasallo y más ciudadano.

Estas *Sociedades Económicas de Amigos del País*, de trayectoria muy dispar, fueron promovidas por el gobierno⁵. Lo que no debiera sorprendernos. Afirmó Rousseau que en su época los gobiernos solo hablaban de comercio y de dinero⁶. No se equivocaba del todo y no era algo azaroso. Desde las principales corrientes del pensamiento económico del siglo, del mercantilismo al liberalismo, se insistió en que el poder de una nación dependía ante todo de su riqueza⁷. El pulso por la supremacía no se dirimía tanto en el campo de batalla como en los campos de cultivo y en los talleres.

Pero ahora nos interesa destacar que el poder asentado, las monarquías absolutas, mayoritarias en Europa, por ejemplo la española detentada por la dinastía de los borbones, encontraron una nueva legitimización en lo económico, en el sentido que le confirió la Ilustración. Incluso se llegaron a redefinir antiguas identidades enraizadas en la caracterización tradicional de ese mismo poder.

Entre los muchos ejemplos posibles para mostrar esta idea he escogido el *Viage a Constantinopla. Escrito de orden superior* (1790), obra elocuente en sí misma y que además presenta unas imágenes que la hacen muy atractiva. Profusamente ilustrada con grabados de alta calidad, es sin duda una obra amparada por el poder (fig. 1). Fue editada por la Imprenta Real y, como subraya su subtítulo, *escrito de orden superior*. Relató la embajada enviada por Carlos III para firmar una alianza con el Imperio Otomano que permitiese a España comerciar con el Mediterráneo Oriental y, a través del Mar Negro, con Rusia y otros países de la zona. El tradicional enemigo turco, reiterado envés de la

monarquía hispánica, ahora era visto como un posible aliado comercial. El propio texto del *Viage* recogía este cambio y señalaba que «el furor de poseer del pasado» había caducado, anteponiéndose ahora el desarrollo económico a la expansión territorial. Esta renovada política venía inspirada, y cito textualmente, por un mayor «amor al hombre», un principio filantrópico poco habitual hasta el momento en el lenguaje político pero que empezó a reiterarse en la retórica propagandística de las Luces.

Constatamos, por tanto, que el poder ensayaba otras formas de presentarse y legitimarse basándose en renovados principios. Y encontramos otro ejemplo visualmente significativo. Todos hemos escuchado que en los retratos de Carlos IV o de la aristocracia contemporánea pintados por Goya, el artista reflejó una mirada displicente hacia la capacidad de dicha élite. Resulta difícil creer que Goya pretendiese algo más que contentar a su poderosa comitencia y que el rey, sin ir más lejos, de notable formación cultural y artística, celoso como todos los monarcas de su imagen pública, no detectase tales presuntas críticas si hubiesen existido. Seguramente lo que Goya pretendió fue ofrecer una imagen del rey más cercana y humana, de padre benéfico del país y sus vasallos (fig. 2). Las imágenes de los Austrias inmortalizadas por Tiziano o Velázquez, aquellas efigies heroicas, distantes e inaccesibles, habían adquirido ya una pátina antigua.

Cuando Jovellanos, una de las principales autoridades de la Ilustración en España, trazó el perfil de Carlos III en su *Elogio* del rey leído en 1788 en la Sociedad Económica de Amigos del País de Madrid, lo presentó como un monarca modélico. Jovellanos se sumó a la sonora propaganda de Carlos III como rey bueno que ha llegado hasta hoy. Pues bien, el pensador asturiano afirmó que, precisamente, la protección de la economía había sido el rasgo más admirable de su gobierno: «[Nada más digno de elogio en su reinado] que su protección a la verdadera ciencia del Estado, la política económica, de la que depende la felicidad». Lo cierto es que en los elogios a los reyes de esta época percibimos el trasvase de valores del que hablamos: se redujeron las referencias militares, de conquistas y batallas, de defensa de la ortodoxia de la fe, aumentando las que tenían que ver con medidas de fomento y desarrollo⁸.

La base de esta exaltación de la economía y lo económico, que pasase a definir a un buen rey o a un buen ciudadano, radicaba precisamente en la palabra utilizada por Jovellanos: la felicidad, un término habitual en el vocabulario ilustrado y que en ningún caso era un concepto vacío o brumoso. Todo lo contrario, se contó con una definición relati-



FIG. 2 FRANCISCO DE GOYA, *Carlos IV a caballo*, 1800-1801. Óleo sobre lienzo. Museo Nacional del Prado.

vamente precisa que manifestaba además una renovada comprensión del hombre. Incluso entre aquellos que militaron en una Ilustración más moderada y no tomaron sendas rupturistas y revolucionarias, se defendió una concepción de la felicidad proyectada sobre lo terrenal, secular, tendente a evitar males y a proporcionar a los hombres comodidades y goces. El pío ascetismo, el rechazo de lo mundano, el morir porque no se muere tere-siano pasaron a verse con distancia⁹. Podríamos decir que la multiplicidad de miradas que en el barroco buscaron el cielo se redirigieron; el foco se movió, o mejor aún, se recortó el plano y el objetivo pasó a enfocar al hombre y su lugar, al hombre y su paisaje del aquí y el ahora. Su felicidad, su situación material, se constituyeron en el núcleo duro del bien público y hacia donde debían converger las políticas. Los intereses del gobierno y sus vasallos coincidieron, al menos sobre el papel.

Partiendo de esta definición de felicidad o bien público, la relación con la economía establecida por Jovellanos parecía clara. Se confió en que las medidas de fomento económico revitalizarían la agricultura, estimularían la industria y el comercio, es decir, lograrían aumentar los bienes y, aunque las teorías sobre la redistribución de la riqueza estuviesen muy poco adelantadas, mejorarían las condiciones de vida de los hombres. Desde esta perspectiva no parecería casual que la Iglesia, uno de los bastiones de la visión del mundo tradicional en el Antiguo Régimen, fuese una de las principales opositoras de las modernas formas económicas y de la centralidad adquirida por lo económico bajo el signo de las Luces¹⁰. Eran conscientes de que pugnaba otro modo de existencia.

Esta renovada existencia tuvo un paisaje soñado, que debía ser uno pleno, fértil, abundante, de mediodía. Decía Antonio Ponz, el gran viajero de la Ilustración española, que uno no podía imaginarse el paraíso como un garbanzal seco e inhóspito¹¹. El escenario pretendido por las Luces para la vida de los hombres fue opuesto en tanto que debía proporcionar los máximos bienes posibles. De ahí que la economía fuese vista como un resorte decisivo para conseguir el territorio perseguido. Y si se persiguió un tipo de paisaje no menos un sonido consecuente: el de la actividad de los hombres. La Ilustración identificó el movimiento con el desarrollo; lo detenido, con la pobreza y el atraso. Al mismo Ponz, visitando la Alcarria, ante las cascadas del río Tajo en Trillo, le entristeció contemplar el agua despeñándose libremente, oír tal ruido incontrolado; lo que deseaba es que el agua se aprovechara, se recondujese y pasase a nutrir los campos de los hombres¹². ¿Cuáles eran las obras que lo permitirían? Las obras de ingeniería civil.

Este contexto que acabamos de trazar supuso unas nuevas coordenadas para la comprensión y definición de las obras públicas. Se les reconoció como instrumentos para activar los recursos del país, estimular su economía y, por tanto, promover su anhelado paisaje. Con ello se situaron en el mismo epicentro de las aspiraciones e inquietudes de la Ilustración. Con las Luces las obras públicas pasaron a ocupar un lugar privilegiado. Tal como ha recordado Carlos Sambricio, el economista Forbonnais en sus *Elementos del Comercio* –traducido al español en 1766 por el ingeniero Carlos Lemaury– afirmó la necesidad de establecer un sistema de comunicaciones interiores para incrementar la riqueza del país¹³. El binomio riqueza y obra pública aparecía más sólido que nunca.

La literatura manifestó a través de múltiples géneros esta relación de la ingeniería con el territorio pretendido. Para mostrarlo escojo un poema dedicado a los canales de navegación de un relevante literato de la época como Pedro de Montengón. Que se de-



FIG. 3 MARIANO SÁNCHEZ, *Málaga desde el mediodía*, hacia 1785. Óleo sobre lienzo. Patrimonio Nacional.

dicase un poema a una infraestructura hidráulica ya nos parece significativo. En él, además, se cantó a cómo los canales convertían tierras estériles y solitarias, en «florestas y vergeles» ornadas con alquerías, villas y puertos¹⁴. Aunque en este caso con la sutileza del verso, lo cierto es que tales ideas se reiteraron en la literatura de las Luces, desde artículos a memorias o tratados.

Sin embargo, me detendré principalmente en la representación plástica. En primer lugar hay que advertir que en esta época se constata un incremento de la iconografía de la ingeniería, lo que no deja de ser revelador. A este respecto resulta ilustrativa cualquiera de las telas de las vistas de puertos y puentes de España que Mariano Sánchez realizó para Carlos IV (fig. 3)¹⁵. Seguramente fue el primer gran ciclo pictórico (conformado por unos 74 cuadros) protagonizado por obras públicas. En estas pinturas, que incorporan un destacado acento costumbrista, se manifiesta además la asimilación entre obra de ingeniería y actividad, movimiento y vida, tan propia del momento. Veamos otros casos.

El canal de Aragón no solo fue una de las grandes actuaciones ingenieriles emprendidas en estas décadas, sino que también motivó una de las mayores empresas editoriales de la Ilustración: la *Descripción de los canales Imperial de Aragón i Real de Tauste*, impresa en 1796 y que mostraba a través de procelosas descripciones y un inaudito despliegue de grabados de la mayor calidad, las obras realizadas hasta la fecha (fig. 4). Se incluyeron también unas deliciosas viñetas que son un trasunto visual del poema de Montengón, mostrando el predicado benéfico influjo de las obras públicas en el territorio (fig. 5).

En una publicación mucho más modesta encontramos representada esa misma idea. Nos referimos a las *Conversaciones en que se trata de fomentar la agricultura por medio del riego de las tierras* (1778) de Francisco Vidal y Cabasés, en cuya portada ya constata-

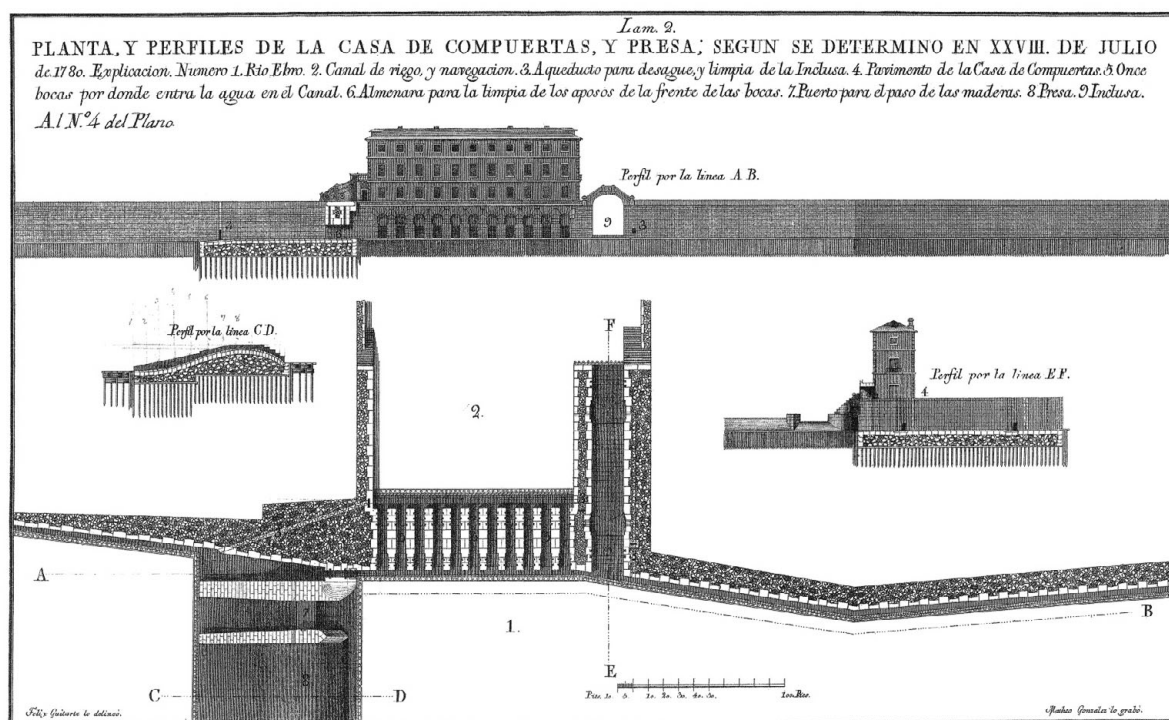


FIG. 4 FÉLIX GUITARTE (dib.) y MATEO GONZÁLEZ (grab.), Planta y perfiles de la Casa de Compuertas y presa, en *Descripción de los canales Imperial de Aragón i Real de Tauste*, Zaragoza, Imprenta Francisco Magallón, 1796.

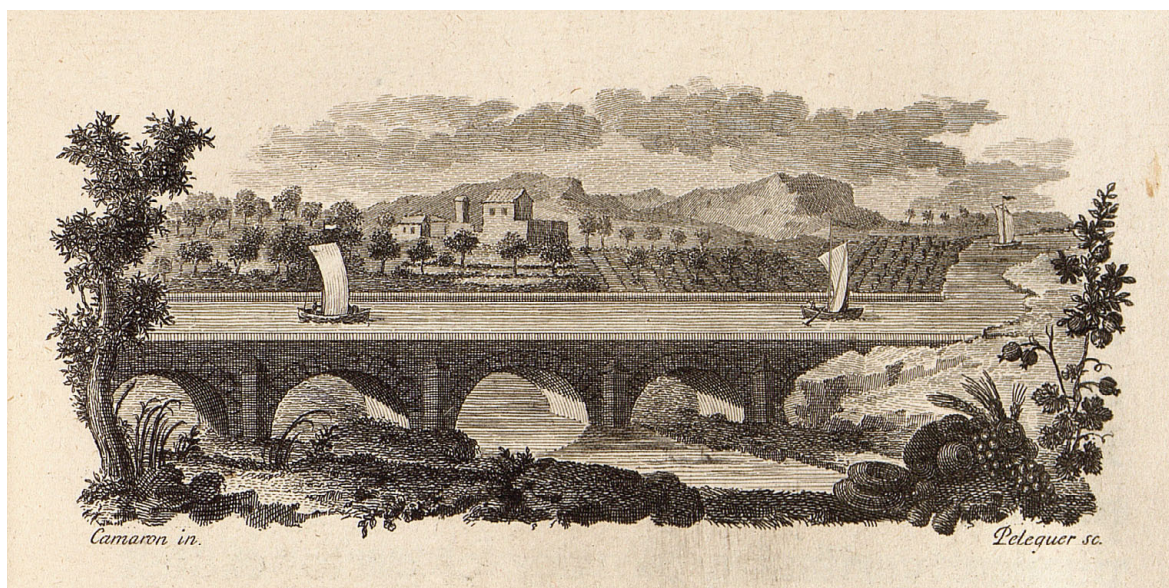


FIG. 5 Viñeta de la *Descripción de los canales Imperial de Aragón i Real de Tauste*, Zaragoza, Imprenta Francisco Magallón, 1796, p. V.

mos que en el paisaje agrario aspirado por las Luces las obras de ingeniería —en este caso para aprovechamiento del agua para mejorar la agricultura— eran ineludibles (fig. 6).

Las obras de ingeniería, por tanto, no eran rasgos incómodos del paisaje. Todo lo contrario: eran elementos deseados. En su *Informe sobre la Ley Agraria* (1795), Jovellanos definió las construcciones levantadas por el hombre para «remover los obstáculos físicos

que se oponen a su prosperidad» como un signo «inequívoco de civilización».

Otra referencia reveladora son los planos territoriales grabados de obras públicas lineales, sobre todo de canales (fig. 7). En España, este tipo de planos, alejados ya de preocupaciones militares, no aparecieron con la Ilustración, puesto que contamos con precedentes como el del canal del Manzanares publicado por los hermanos Grunenbergh en el último tercio del siglo XVII¹⁶. Sin embargo, se multiplicaron notablemente entre la segunda mitad del XVIII y principios del XIX. En tales planos impresos se mostraba la confianza en que el territorio —fue habitual además representar territorios extensos— podía ser remodelado por una construcción. Se implementaba un nuevo flujo y recorrido que reordenaba y redefinía el paisaje con una intención sobre todo económica. Tomando las prevenciones necesarias, esta relación entre hombre y naturaleza nos remite a la planteada desde la teoría estética dominante en el periodo, el neoclasicismo, cuya clave de bóveda fue la belleza ideal. El artista fue instado desde el neoclasicismo a no ser un mero copista de la naturaleza, sino a mejorarla, a escoger sus más acabadas bellezas para presentar una imagen lo más perfecta posible¹⁷. Lo bello no residía en lo dado sin más, sino en su reformulación ideal.

Volviendo a los planos grabados de la Ilustración de obras públicas lineales, comprobamos cómo estas representaciones muestran la capacidad del hombre para mejorar y dirigir la naturaleza hacia sus intereses materiales; esta capacidad se juzgó positivamente, reveladora de la distintiva y digna naturaleza de un hombre que Jovellanos, por ejemplo, definió como «gloria y mejor ornamento» de la Creación¹⁸. Cierta optimismo antropológico presidía la relación del hombre con su medio. Por tanto, no cabía duda de que no



FIG. 6 Detalle de la portada de FRANCISCO VIDAL Y CABASÉS, *Conversaciones instructivas en que se trata de fomentar la agricultura por medio del riego de las tierras*, Madrid, Imprenta de Antonio Sancha, 1778.

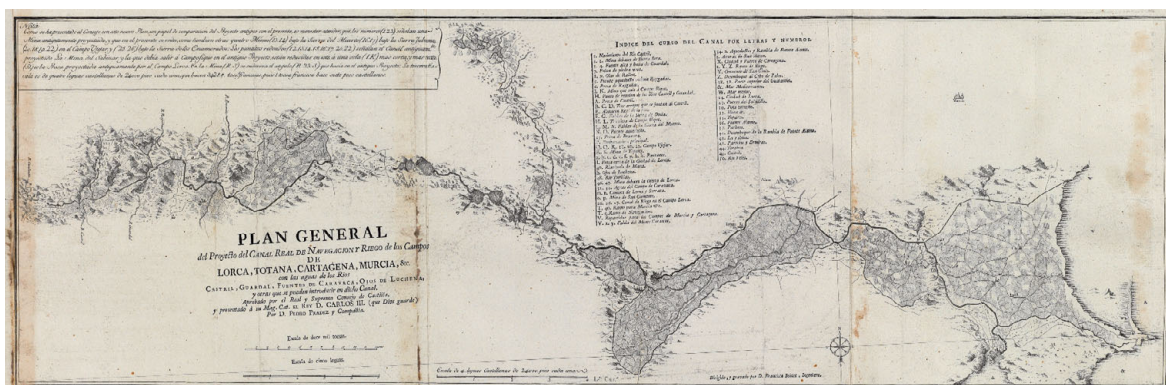


FIG. 7 FRANCISCO BOIZOT, *Plan general del proyecto del Canal Real de navegación y riego de los campos de Lorca, Totana, Cartagena, Murcia, etc.*, hacia 1775. Grabado.



FIG. 8 Vista del puerto de Despeñaperros en Sierra Morena, en ALEXANDRE DE LABORDE, *Voyage pittoresque et historique de l'Espagne*, París, Imp. de P. Didot l'ainé, 1806-1820.

solo se podía sino que se debía intervenir, con confianza y hasta orgullo, en el territorio.

La caracterización del hombre como «amo de la naturaleza» fue una constante en la literatura ilustrada¹⁹. Herder lo calificó de pequeño pero valiente gigante que había descendido de las montañas para someter la Tierra. Las montañas, en la imagen de Herder, eran el espacio de lo salvaje y lo primigenio, de lo peligroso y lo mágico. Por el contrario, el hombre había dado forma a la civilización en el valle, en el espacio que podía ordenar y adaptar, que podía someter al imperio de unas construcciones y una geometría imposibles de aplicar en el sublime caos de la montaña.

La apertura de un paso caminero por la fragosa Sierra Morena fue una de las infraestructuras más destacadas en la España dieciochesca (fig. 8). Se publicitó desde diversos estrados, que insistieron en la victoria sobre el

medio que había supuesto. La Sierra Morena fantasmiosa, inculta y prodigiosa del *Manuscrito encontrado en Zaragoza* (1804-05) de Jan Potocki se había domeñado.

Tales planteamientos, la predicada capacidad de intervención en el territorio, tenía un especial significado en España, un país cuya posición secundaria en el concierto de las primeras potencias europeas era ya inapelable. Sin embargo, a lo largo del siglo XVIII y de manera especial desde los sectores ilustrados se advirtió de sus grandes recursos²⁰. Es decir, España no tenía sellado su destino, pudiéndose revertir su situación con las medidas adecuadas. Las obras de ingeniería serían uno de los resortes que permitirían el cambio de sus paisajes. Las mayores de estas obras nunca habían pasado desapercibidas a lo largo de la historia —y aquí, a la sombra del acueducto de Segovia, contamos con un testimonio elocuente—, pero ahora adquirieron un peso inédito, pasando a considerarse empresas tan útiles como necesarias, de las que pendía en parte el país. De hecho, se perfilaron como símbolo de un nuevo momento, contraponiéndose incluso a construcciones hasta la fecha intocables y representativas del Antiguo Régimen.

Efectivamente, incluso desde la literatura ilustrada moderada, se contrapusieron los excesivos gastos motivados por cierta decoración litúrgica o edificaciones religiosas a los invertidos de manera útil en obras de ingeniería. También las carísimas obras militares se vieron con distancia: se dijo que si se invirtiese el coste de un barco de línea o de una fortificación en el fomento de un territorio, la situación del país sí cambiaría. «Conquistar



FIG. 9 Maqueta del edificio del Museo Nacional del Prado, hacia 1785. Madera. Museo Nacional del Prado.

los ríos» fue la consigna ilustrada. Incluso las críticas llegaron a afectar a la propia sede del gobierno, al Palacio Real de Madrid, cuyos desorbitados costes algunos quisieron se hubiesen destinado a actividades plenamente productivas²¹. Nunca se llegó a dudar de la conveniencia de retablos, fortalezas o palacios —nuestra Ilustración fue más moderada y pactista que radical y revolucionaria—, pero canales, puentes, caminos o presas eran obras con un prestigio creciente que se legitimaban, precisamente, por los cambios promovidos en el territorio.

Se comprende así la cercanía que el poder pretendió con la obra de ingeniería. Era este un gesto habitual, que podemos documentar con profusión desde la Antigüedad, pero ahora se acentuó aún más si cabe al manifestar la necesaria implicación de ese poder con el progreso y el bien público. La obra emblemática del Madrid carolino, aquella en la que se gastó más dinero, y que contó con el mejor de los arquitectos al que se le exigió una arquitectura representativa, no fue ni un palacio ni un catedral sino el Museo del Prado, concebido inicialmente para albergar una serie de instituciones científicas (fig. 9)²². Los abundantes panegiristas de Carlos III destacaron como la gran empresa constructiva de su reinado la iluminación, limpieza y pavimentación de Madrid²³. Un retrato de Carlos IV y su esposa abrió la *Descripción de los canales Imperial de Aragón i Real de Tauste* (1796). El conde de Floridablanca, secretario de Estado con Carlos III y Carlos IV, reiteró en sus escritos que bajo su gobierno se habían multiplicado las obras públicas²⁴. Él mismo se hizo retratar en varias ocasiones como su protector. Recordemos el retrato de Goya de 1783, en el que el ministro aparece junto a planos del canal de Aragón, el de Francisco Folch de Cardona como protector del canal de Murcia y el de Martínez del Barranco como impulsor del comercio (fig. 10).

Pero el caso de mayor interés de exaltación de un miembro de la élite por su apoyo a una obra pública es sin duda el de Ramón Pignatelli. Habiéndose hecho cargo de la gestión del canal de Aragón en un momento incierto, Pignatelli logró reactivarlo e impulsar su avance. Esto conllevó su exaltación desde muy diversos medios, desde la prensa y tratados a poemas o pinturas, convirtiéndose en una referencia de nuestra Ilustración. Utilizando una expresión actual, diríamos que fue tal su impacto mediático que el embajador francés en España, Jean-François Bourgoing, dijo visitar Zaragoza sólo para ver las obras del canal del que tanto se hablaba y calificó a Pignatelli como el hombre más útil del país²⁵.

Quienes idearon, trazaron y llevaron a cabo las obras públicas, también empezaron a reivindicar un estatus al nivel de la importancia adquirida por las construcciones de las que eran responsables. La exaltación del ingeniero, que llegaría a su máximo apogeo durante el siglo XIX —Eiffel los calificó como los héroes de la centuria— daba su primer paso.



FIG. 10 BERNARDO MARTÍNEZ DEL BARRANCO, *José Moñino, conde de Floridablanca, protector del comercio*, 1786. Óleo sobre lienzo. Museo Nacional del Prado.

Es más, se iniciaba su especialización profesional y formativa²⁶. Hacia el cambio de siglo, Agustín de Betancourt consiguió crear un cuerpo destinado al control de las obras de caminos y canales, al menos de las financiadas por el rey²⁷. Se basó en que eran empresas que requerían una instrucción y dedicación exclusiva. Su predicada entidad y significación cada día eran mayores.

En otro ejemplo gráfico, en una estampa del ingeniero Carlos Lemaury, podemos ver, entre numerosos objetos de medición, tres planos de sus grandes empresas: el canal de Castilla, el de Guadarrama y, sobre todo, el camino de Sierra Morena. Estas obras constituían la base de la fama y la gloria que clamaba su retrato grabado. Por su parte, Mateo del Castillo, uno de los integrantes de la Inspección de Canales y Caminos impulsada por Betancourt, se retrató en una obra de enorme interés iconográfico (fig. 11)²⁸. Castillo no se presenta únicamente como ingeniero de caminos, sino que se rodeó de elementos reveladores de sus múltiples habilidades y conocimientos: geográficos, cartográficos, arquitectónicos... Sin embargo, es el diseño de un puente —y además de un puente moderno— el escogido como protagonista, el elemento principal, el que Castillo sostiene entre sus manos y muestra con orgullo. La centralidad y el creciente renombre de las obras públicas también se proyectaban sobre quienes las realizaban.



FIG. 11 Anónimo, *Retrato de Mateo del Castillo*, hacia 1808. Óleo sobre lienzo. Colección particular.

Llegados a este punto, recapitulemos lo expuesto hasta aquí y mostremos la trama de valores e ideas que en ese momento se pusieron en relación a las obras de ingeniería.

Por un lado, se presentó un país, España, con un gran potencial, que no tenía su destino sellado; las obras públicas, precisamente, permitirían activar esa riqueza sin explotar; el hombre en general, el ingeniero en concreto, podía concebir y hacer realidad tales construcciones; se contaba con gobiernos y autoridades preocupadas por el bien público y que promoverían estas empresas, cuyos beneficios se derramarían entre todos, por todos serían aprovechados y gozados. Esta trama estaba amparada por la razón, referente ineludible de las Luces que desvelaría la conveniencia de encaminarse por tales sendas.

Este planteamiento no era revolucionario puesto que confiaba en el propio sistema, en sus piezas vertebradoras, para dirigir al país hacia su desarrollo. No había necesidad de cambios radicales, de cortes a golpe de guillotina. Las obras públicas eran un caso paradigmático, ya que permitirían la transformación del territorio sin transformar el sistema. Las élites podían –de hecho debían– seguir dirigiendo el país sin perder sus privilegios, aunque debían reorientar algunas de sus prioridades. Por citar un ejemplo mencionado con anterioridad, la exaltación de Pignatelli también se dio porque, en tanto que eclesiástico e hijo de un grande de España, era la encarnación de la nueva élite deseada, mostraba que el antiguo poder tenía la capacidad de liderar el proyecto de progreso al que se aspiraba.

Pero esta trama trazada desde las posiciones de la Ilustración moderada entró en una fuerte crisis a principios del XIX, precipitándose durante la Guerra de la Independencia (1808-1814). La confianza en las élites y en el gobierno absolutistas, en su carácter providente, se resquebrajó. La frustración de parte de la Ilustración fue notable al ver incumplidas sus aspiraciones individuales y colectivas, sobre todo entre las clases medias, burguesas o de la baja nobleza. Incluso la razón parecía que no podía ser el único tribunal al que poder apelar. El propio sistema, su estructura política y económica debía garantizar los derechos y principios que debían regirlo. La vía de la Ilustración moderada se desdibujaba; la perfectibilidad del antiguo sistema para el desarrollo perdió credibilidad. La España liberal y constitucional iniciaba su andadura. Podríamos utilizar como metáfora de todo ello el retrato de Carlos IV (fig. 12) de Juan

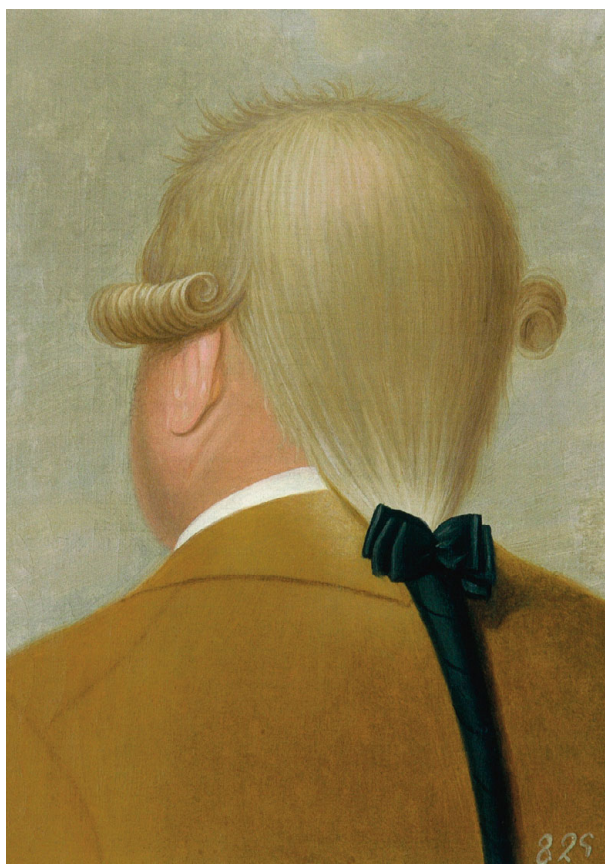


FIG. 12 JUAN BAUZIL, *Carlos IV de espaldas*, 1818. Óleo sobre lienzo. Patrimonio Nacional.

Bauzil²⁹, que desde nuestra perspectiva resulta un retrato simbólico de un rey que quiso presentarse como padre benéfico de sus vasallos —recordemos a Goya— pero que acabó siendo visto como un gobernante incapaz que daba la espalda a sus ciudadanos.

Es cierto que hacia 1800 resultaba inapelable el fracaso de algunas infraestructuras sobre las que se habían depositado grandes esperanzas. Como el que supuso la rotura en 1802 de la presa de Puentes, la más alta del mundo en el momento de ser erigida, cuya ruina provocó la inundación de un barrio de Lorca y la muerte de unas 600 personas. Otros muchos proyectos ni siquiera se habían podido realizar por falta de medios económicos o técnicos (o de ambos) o no habían comportado la transformación anhelada una vez emprendidas. Sin embargo, a lo largo del siglo XIX no solo se mantuvo la confianza y aun la fe en la capacidad instrumental y técnica del hombre, sino que se incrementó. Inventos que jalonaron todo el siglo generaron una creciente fascinación; se dijo que cada día aparecían adelantos inesperados. Detectamos una muy contemporánea sensación de vértigo ante la ciencia y la técnica. Se difundió el convencimiento de que el hoy era distinto del pasado y lo sería del futuro. No por casualidad en ese momento apareció la ciencia ficción como género literario.

La más impactante de todas las invenciones decimonónicas —o que al menos se desarrollaron en ese siglo— fue el ferrocarril³⁰. Múltiples géneros literarios, desde la poesía o los viajes al artículo periodístico o el tratado técnico, se hicieron eco de la admiración y las esperanzas despertadas por el gigante de hierro. Se dijo que iba a conformar un mundo mejor, más comunicado y dinámico. Por lo general, los avances de la ciencia, la técnica y la ingeniería provocaron optimismo. Mundos nuevos, incluso inimaginables pocos años atrás, se perfilaban en un horizonte cercano y solían ser entusiasmantes. No obstante, ya hacia mediados del siglo XIX pero mucho más consolidadas en el último tercio, aparecieron corrientes que desde un diverso espectro ideológico pusieron en duda que el mero gesto técnico transformase el mundo en una satisfactoria o correcta dirección. Hasta los cambios que en las últimas décadas ya habían propiciado justificaban, según algunos, cierto escepticismo o un franco pesimismo. Desde este punto de vista, la solución técnica o ingenieril no parecía ser suficiente por sí misma³¹.

Conservando esta última idea, abordemos el final de estas líneas. Hemos comprobado que la Ilustración legó una concepción de la ingeniería de gran futuro: se consagraron como necesarias para el fomento y obligadas, por tanto, en cualquier política. Se vincularon a imágenes de actividad, desarrollo y abundancia. Devinieron iconos de modernidad y signos de progreso. Estas ideas nutrieron la percepción de la ingeniería civil en la modernidad. De hecho, tales ideas se empezaron a poner en duda o al menos a replantearse a lo largo del siglo XIX y del XX, matizándose y recomponiéndose el sentido dado al progreso, al territorio querido para el hombre y a su lugar en él. Un debate todavía hoy abierto y presente. Por consiguiente, la Ilustración, tal como advertimos al inicio, supone un momento clave para la historia de la ingeniería civil, un ámbito cuyo interés no sólo debe reducirse al de sus profesionales o a meros curiosos, sino que al entrar en juego conceptos como paisaje, bien público o desarrollo resulta enriquecedor para el análisis de la propia historia del hombre contemporáneo.

NOTAS

1. A. ESCOLANO BENITO: *Educación y Economía en la España Ilustrada*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, 1988.
2. J. REEDER: «Economía e ilustración en España: traducciones y traductores 1717-1800», *Moneda y Crédito*, nº 147, 1978, pp. 47-72; M. MARTÍ: *Ciudad y campo en la España de la Ilustración*, Lleida, Milenio, 2001.
3. C. M. TRIGUEROS: *Los menestrales*, Sevilla, 1997, p. 90. Edición de Francisco Aguilar Piñal.
4. A. MELÉNDEZ GAYOSO: *La Sociedad Económica de Amigos del País de Segovia y la Ilustración*, Madrid, Tesis Doctoral de la Universidad Complutense de Madrid, 1993.
5. P. DEMERSON, J. DEMERSON, F. AGUILAR PIÑAL: *Las Sociedades Económicas de Amigos del País en el siglo XVIII: guía del investigador*, San Sebastián, Gráficas Izarra, 1974.
6. J.-J. ROUSSEAU: *Del contrato social. Sobre las ciencias y las artes. Sobre el origen y los fundamentos de la desigualdad entre los hombres*, Madrid, Alianza, 2010. Edición de Mauro Armíño.
7. E. FUENTES QUINTANA (dir.): *Economía y economistas españoles. 3. La Ilustración*, Barcelona, Galaxia Gutenberg, 2000.
8. A. CALVO MATURANA: *Cuando manden los que obedecen. La clase política e intelectual de la España preliberal (1780-1808)*, Madrid, Marcial Pons, 2013.
9. D. CRESPO DELGADO: «Una paisaje creído posible. Ingenios y obras públicas en el paisaje de la Ilustración», en *Diseño+imagen+creatividad en el patrimonio industrial*, Gijón, CICEES, 2011, pp. 393-401.
10. B. GROETHUYSEN: *La formación de la conciencia burguesa en Francia durante el siglo XVIII*, México, FCE, 1981.
11. D. CRESPO DELGADO: *Un viaje para la Ilustración. El Viaje de España de Antonio Ponz*, Madrid, Marcial Pons, 2012.
12. D. CRESPO DELGADO: *El paisaje del progreso. Las obras públicas en el Viaje de España de Antonio Ponz (1772-1794)*, Valencia, Generalitat Valenciana, 2008.
13. Tanto esta noticia como la intervención ilustrada en el territorio pretendiendo su explotación económica y el fomento de la riqueza a través de obras públicas han sido analizadas magistralmente en: C. SAMBRICIO: «La ordenación del territorio como utopía real en la España ilustrada», en *El Canal de Castilla*, Madrid, Junta de Castilla y León, 1986, pp. 13-38.
14. P. DE MONTENGÓN: *Odas*, Madrid, Imprenta de Sancha, 1794.
15. P. NAVASCUÉS PALACIO y B. REVUELTA POL (dirs.): *Una mirada ilustrada. Los puertos españoles de Mariano Sánchez*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2014.
16. D. ROMERO MUÑOZ: *La navegación del Manzanares. El proyecto Grunenberg*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2015.
17. A. ÚBEDA DE LOS COBOS: *Pensamiento artístico español del siglo XVIII. De Antonio Palomino a Francisco de Goya*, Madrid, Museo Nacional del Prado, 2001.
18. D. CRESPO DELGADO y J. DOMENGE MESQUIDA: «Jovellanos: La Ilustración, las artes y Mallorca», en G. M. DE JOVELLANOS: *Memorias histórico-artísticas de arquitectura*, Madrid, Akal, 2012, pp. 13-145. Edición de Daniel Crespo Delgado y Joan Domenge Mesquida.
19. C. SAMBRICIO: «El amo de la naturaleza», *Revista del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*, nº 256, julio 1988, pp. 19-26.
20. Se detectó por ejemplo en las frondosas arboledas que se dijeron podrían plantarse en el interior del país, predicando de estas tierras una fertilidad que en muchas ocasiones no tenían o resultaba bastante más difícil de conseguir de lo esperado: D. CRESPO DELGADO: *Árboles para una capital. Árboles en el Madrid de la Ilustración*, Madrid, Ediciones Doce Calles y Fundación Juanelo Turriano, 2012.
21. Se recogen ejemplos de todo ello en: D. CRESPO DELGADO y A. LUJÁN DÍAZ: *Mirar el paisaje moderno. Paisaje, ingeniería e industria en los viajes por España (ss. XVI-XIX)*, Madrid, Polifemo, 2015 (en prensa).
22. D. CRESPO DELGADO: «La arquitectura del Museo del Prado vista por sus contemporáneos (1789-1815)», *Madrid. Revista de arte, geografía e historia*, nº 8, 2006, pp. 327-358.
23. CRESPO: *Árboles... op. cit.*
24. J. MOÍNO, CONDE DE FLORIDABLANCA: *Escritos políticos. La Instrucción y el Memorial*, Murcia, Academia de Alfonso X El Sabio, 1982. Edición de Joaquín Ruiz Alemán.
25. D. CRESPO DELGADO: «Conquistar los ríos. Literatura e iconografía de las obras hidráulicas en la España de la Ilustración», en *Obras hidráulicas de la Ilustración*, Madrid, CEDEX-CEHOPU y Fundación Juanelo Turriano, 2014, pp. 27-39.
26. F. SÁENZ RIDRUEJO: *Una historia de la Escuela de Caminos: la Escuela de Caminos de Madrid a través de sus protagonistas*, Madrid, Ministerio de Fomento, Fundación Agustín de Betancourt, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2006.
27. D. CRESPO DELGADO: «Un dibujo de 1796 del acueducto de Segovia del académico Pedro Joaquín de la Puente Ortiz», *Estudios Segovianos*, nº 112, 2013, pp. 151-206.
28. J. L. BLANCO MOZO: «Mateo del Castillo y Gómez (ca. 1771-1836). Ingeniero de la Inspección General de Caminos y Canales», *Revista de Obras Públicas*, nº 3436, 2003, pp. 41-52.
29. *Carlos IV. Mecenas y coleccionista*, Madrid, Patrimonio Nacional, 2009.
30. L. LITVAK: *El tiempo de los trenes. El paisaje español en el arte y la literatura del realismo (1849-1918)*, Barcelona, Serbal, 1991.
31. CRESPO y LUJÁN: *Mirar... op. cit.*

[Volver al índice](#)

La ingeniería hidráulica de la Ilustración*

DOLORES ROMERO MUÑOZ
Directora de Programa CEHOPU-CEDEX

La huella dejada por el Imperio Romano en la Península Ibérica tuvo una notable relevancia en el campo de la ingeniería civil y, muy especialmente, en el útil oficio de la hidráulica.

La España medieval, engarzando el legado latino con la tradición árabe, supo aunar necesidad y belleza alumbrando una herencia que los artífices del Renacimiento y la Ilustración trasladaron a los territorios de América y Asia, donde idearon y acometieron algunos de los más fantásticos proyectos conocidos hasta entonces en los territorios bajo el gobierno hispánico.

Durante los siglos XVI al XVIII, los ingenieros españoles dominaron las técnicas empleadas para rectificar el cauce de los ríos, abastecer de agua a las poblaciones o extender los regadíos. También se utilizaron otros sistemas que requerían algún mecanismo para subir el líquido elemento. Entre ellos, uno de gran antigüedad y fama en Europa: el artificio compuesto por torres de cazos que el célebre cremonés Juanelo Turriano (*ca.* 1505-1585), a las órdenes de Felipe II, había construido para elevar el agua desde el Tajo hasta el Alcázar de Toledo.

EL SUEÑO DE LA NAVEGACIÓN

Los orígenes medievales de la navegación en Castilla y Aragón

La vocación temprana por la navegación artificial en el reino de Castilla quedó manifiesta desde los tiempos de Juan II (1406-1454) cuando este planteó la idea de hacer navegable

el Manzanares a su paso por Madrid. Con ello, deseaba ofrecer a la ciudad, por medio del arte, es decir la construcción, lo que la naturaleza le escatimaba, con el doble propósito de acabar con el aislamiento interior de la ciudad además de promover el embellecimiento de un lugar convertido en símbolo de la dinastía reinante.

Con desigual fortuna, las disposiciones y reglamentos legales para este fin arrancaban en tiempos de la hija de Juan II, Isabel I de Castilla, y de Fernando II de Aragón cuando, en un momento de fortalecimiento del poder real, mostraron su inclinación por potenciar en sus reinos las obras hidráulicas e incluso la navegación interior como alternativa a los malos caminos terrestres. Entonces se limitarían a algunos tramos de los principales ríos peninsulares, sobre todo del Ebro, Duero y Guadalquivir. En 1509, durante la regencia de Fernando en Castilla, el esfuerzo adquirió una forma más concreta al promulgarse las ordenanzas sobre la navegación del Pisuerga.

En cuanto a Aragón, desde tiempos remotos la navegación del Ebro se mantuvo constante a lo largo de algo más de trescientos kilómetros. Ya desde el siglo XIII existía en Zaragoza un consulado de comercio que tenía bajo su mandato la travesía del Ebro. Este disponía la buena conservación de las márgenes y de los calados del río, además de la manera de erigir los azudes y fábricas de modo que no entorpeciesen la navegación.

En 1446 se había planteado la construcción de un canal en el Ebro, sancionado el 15 de mayo de 1510 por Fernando el Católico. El monarca establecía que el uso para el regadío no debía impedir en ningún caso el trayecto por su cauce.

La navegación fluvial en el siglo XVI

La admiración de Felipe II por las obras de ingeniería hidráulica se fraguó durante sus viajes de juventud por los territorios que formaban parte de su herencia patrimonial, Lombardía, Flandes o los Países Bajos, estados en los que entró en contacto con la navegación fluvial y la hidráulica, convirtiéndose en el monarca de la dinastía de los Austrias españoles que mayor impulso dio a esta rama de la ingeniería.

En el siglo XVI, entre los ingenieros que acudieron al reclamo de un monarca que mostró una notable inclinación por la ciencia, la técnica y la naturaleza destacó la figura de Juan Bautista Antonelli, a quien se le encomendó el estudio de la navegación del Tajo desde Toledo hasta Lisboa.

Uno de los proyectos más anhelados por Felipe II buscaba convertir el río en un medio de transporte fluvial para tropas y mercancías, con el fin de mantener abiertas las comunicaciones entre Toledo, o Madrid llegado el caso, y Lisboa.

Lo más notable del estudio de Antonelli se condensó en la «Propuesta» que hizo al Rey sobre la navegación de los ríos de España. Poco después entregaba la memoria relativa al estudio hidrográfico del Tajo, *Relación de la navegación del Tajo desde Abrantes hasta Alcántara*. El propio monarca decidió en la primavera de 1584 trasladarse desde Madrid a Aranjuez navegando por el Jarama. En Vaciamadrid embarcó el rey con su séquito, su hijo, el futuro Felipe III, y sus hijas las infantas Isabel y Catalina, descendiendo por el río en una regia embarcación capitaneada por el propio Antonelli.

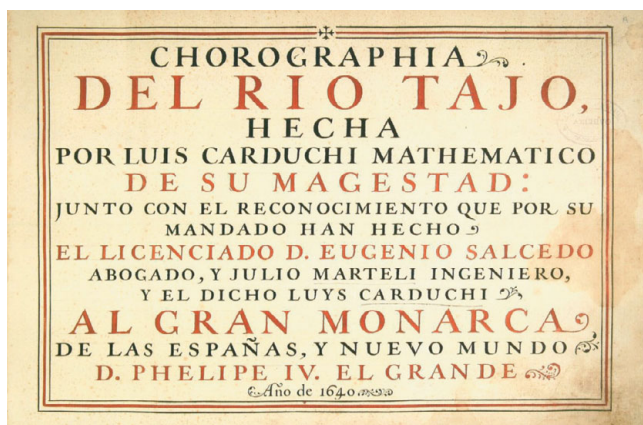


FIG. 1 Portada de *Chorographia del río Tajo hecha por Luis Carduchi... junto con el reconocimiento que... han hecho, el licenciado Eugenio Salcedo, abogado y Julio Martelli, ingeniero y el dicho Luys Carduchi...* 1640. Archivo Secreto del Ayuntamiento de Toledo, Cajón 10, Legajo 7, Núm. 4, Pieza 1.

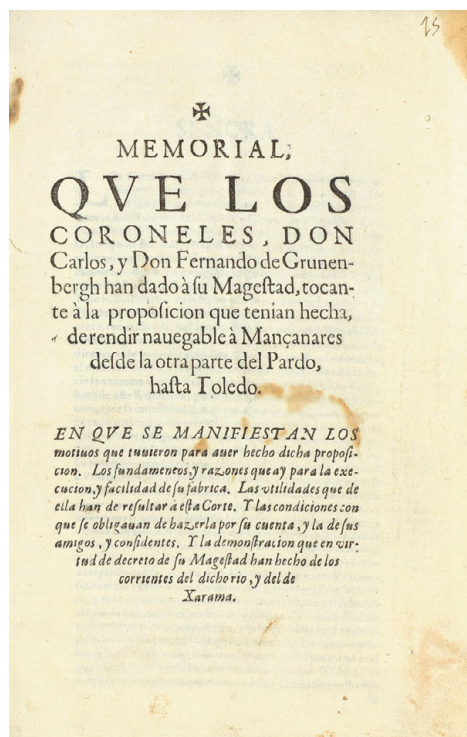


FIG. 2 Portada del *Memorial que los Coroneles, Don Carlos, y Don Fernando de Grunenbergh han dado à S.M. sobre render nauegable el Mançanares...*, publicado en Madrid en 1668.

La navegación artificial en el siglo XVII

Las propuestas presentadas durante las primeras décadas del siglo XVII, si bien quedaron sólo en puros proyectos como en muchos otros periodos históricos, corrieron en algunos casos a cargo de los propios ingenieros, interesados en estas cuestiones por su doble condición de militares y técnicos, entendida la navegación la mayoría de las veces con una vertiente estratégica y otra civil.

Este es el caso del reconocimiento del Ebro efectuado en 1654 por Domingo de Uzenda, Luis Liñán y Felipe Boussignac, que no tuvo consecuencias entonces. Idéntico resultado alcanzó el «Reconocimiento» del río Tajo encomendado al matemático Luis Carduchi por Felipe IV y su valido Gaspar de Guzmán, Conde Duque de Olivares «para ver si era posible el hacerle navegable desde Toledo a Lisboa». Impulsado en 1640 con motivo de la insurrección lusa, el propósito era la utilización del río con fines bélicos (fig. 1).

Transcurrido el comedio del siglo, una de las últimas iniciativas encaminadas a resurgir la navegación fluvial en el seiscientos, se presentó en el *Memorial que los coroneles, Don Carlos, y Don Fernando de Grunenbergh han dado à su Magestad, tocante à la propoficion que tenian hecha, de render [sic] nauegable à Mançanares desde la otra parte del Pardo, hasta Toledo....* (fig. 2). Formulado como una mera intención a principios de la década de 1660 por los ingenieros Carlos y Fernando de Grunenbergh, la tortuosa tramitación y la falta de una respuesta concluyente les indujo a publicar su proyecto. La idea de los Grunenbergh no gustó en la Corte madrileña por no ceñirse a la navegación de los «antiguos», que proponían unir las aguas del Jarama a las del Manzanares, empresa

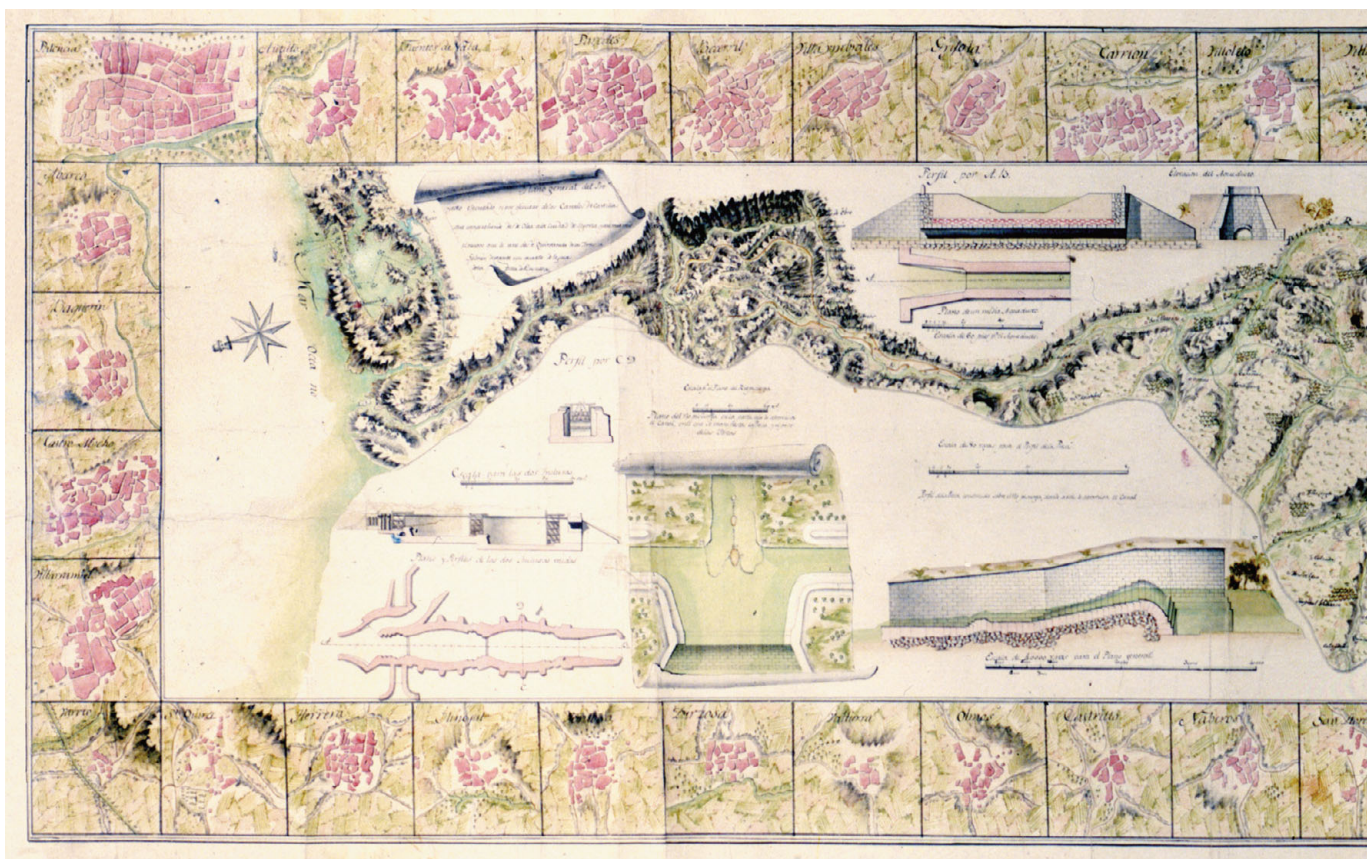


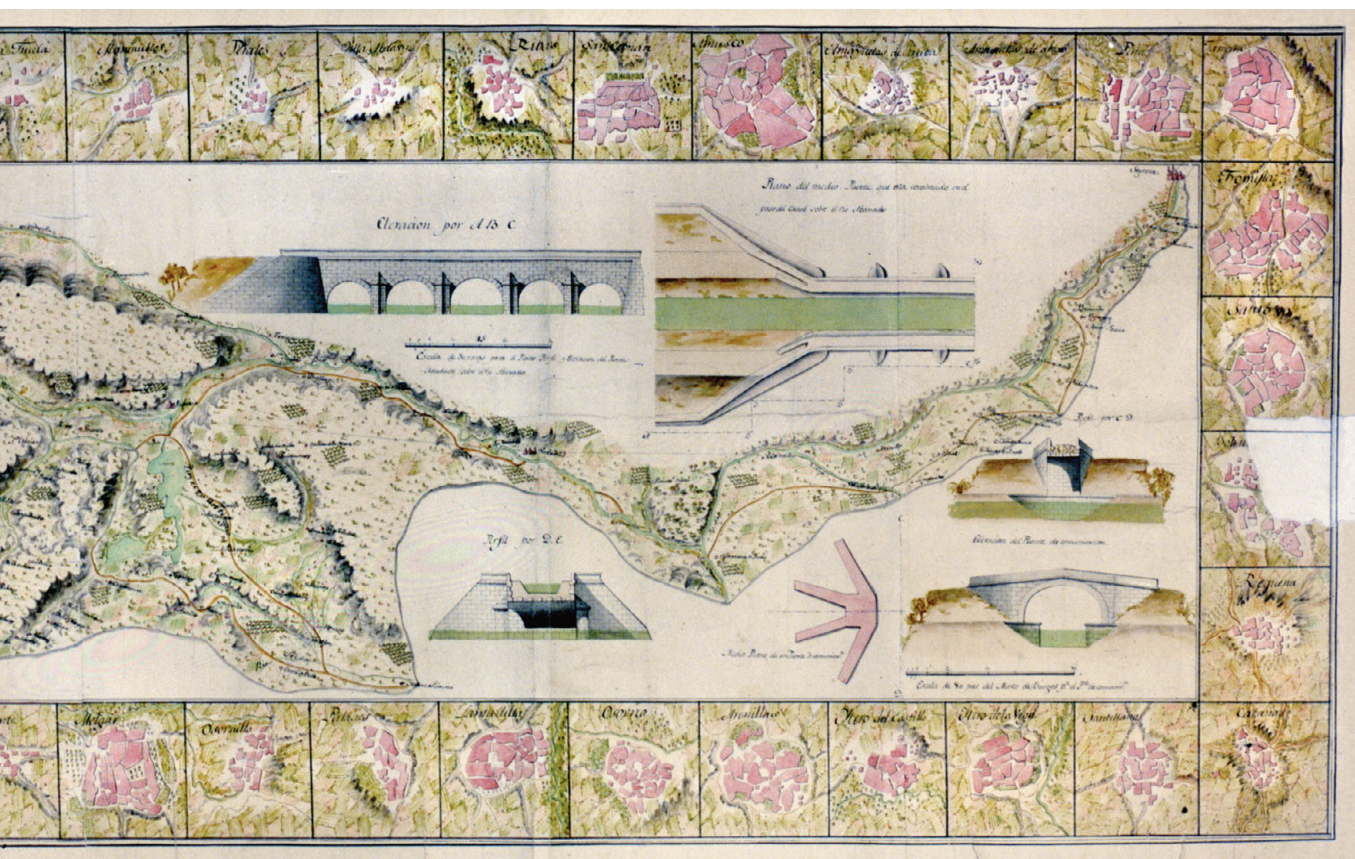
FIG. 3 CARLOS LEMAURY, «Plano general del proyecto ejecutado y por ejecutar de los canales de Castilla que comprende desde Olea a la ciudad de Segovia y asimismo el nuevo que la une desde Quintanilla de las Torres a Golmir distante un quarto de legua de la villa de Reinos». Detalle del Plano del medio puente que está construido en el paso del canal de Abánades. Detalle de los tramos de los ríos Eresma, Adaja, Pisuerga, Carrión, Ebro y Besaya y terrenos circundantes desde Segovia al Cantábrico, 1752. Archivo del Ministerio de Fomento, OH 7.

que los coroneles, tras efectuar las preceptivas nivelaciones, consideraron técnica y económicamente inviable.

La construcción de canales en la Ilustración

En el siglo XVIII el ambiente de euforia por la navegación interior propició numerosas propuestas, de las que trataremos más ampliamente, muchas de ellas de carácter utópico encaminadas a hacer realidad el antiguo sueño de «unión de los tres mares» enlazando el Cantábrico, el Atlántico y el Mediterráneo por medio de una red de canales. Todas ellas pretendían emular el ejemplo francés, sin valorar suficientemente las distancias geográficas y dificultades orográficas de la Península Ibérica.

El carácter reformista del siglo XVIII español se aprecia sobre todo durante el reinado de Carlos III (1759-1788), al que sirvió de preámbulo la actividad desplegada por Zenón de Somavedilla, marqués de la Ensenada, y José Carvajal y Lancaster, ministros de Fernando VI (1746-1759). En 1710 se creó el Cuerpo de Ingenieros Militares y poco después la Escuela de Matemáticas de Barcelona, por iniciativa de Jorge Próspero Verboom.



Para los ilustrados españoles un elemento fundamental para la modernización y el progreso de la nación era la mejora del sistema de transportes y de las comunicaciones interiores con el recurso a canales artificiales. La red viaria española fue una preocupación constante para los ministros de Fernando VI primero y de su hermano Carlos III después (fig. 3).

Ensenada, Carvajal, Ward, Campomanes, Floridablanca o Jovellanos, convencidos de la enorme importancia de la actividad comercial, apostaron por ella como impulso de la prosperidad de España, intentando disminuir la dependencia de las importaciones. A ello se unían los problemas de encarecimiento de los productos básicos que provocaba la subida de los precios y, por ende, graves disturbios. A la larga, una prolongada etapa de crisis de subsistencia traía consigo una disminución demográfica, con el consiguiente perjuicio para la nación.

No obstante, a pesar del entusiasmo inicial, en la España del setecientos las limitaciones técnicas y económicas o las dificultades de nuestra orografía, se conjugaron para que muchos de los proyectos no pasasen de la utopía a la realidad, y otros quedasen a medio camino.

El Canal de Castilla

Tal y como fue concebido por el marqués de la Ensenada y sus colaboradores a mediados del siglo XVIII, el Canal de Castilla debía constituir una obra pública destinada al fo-

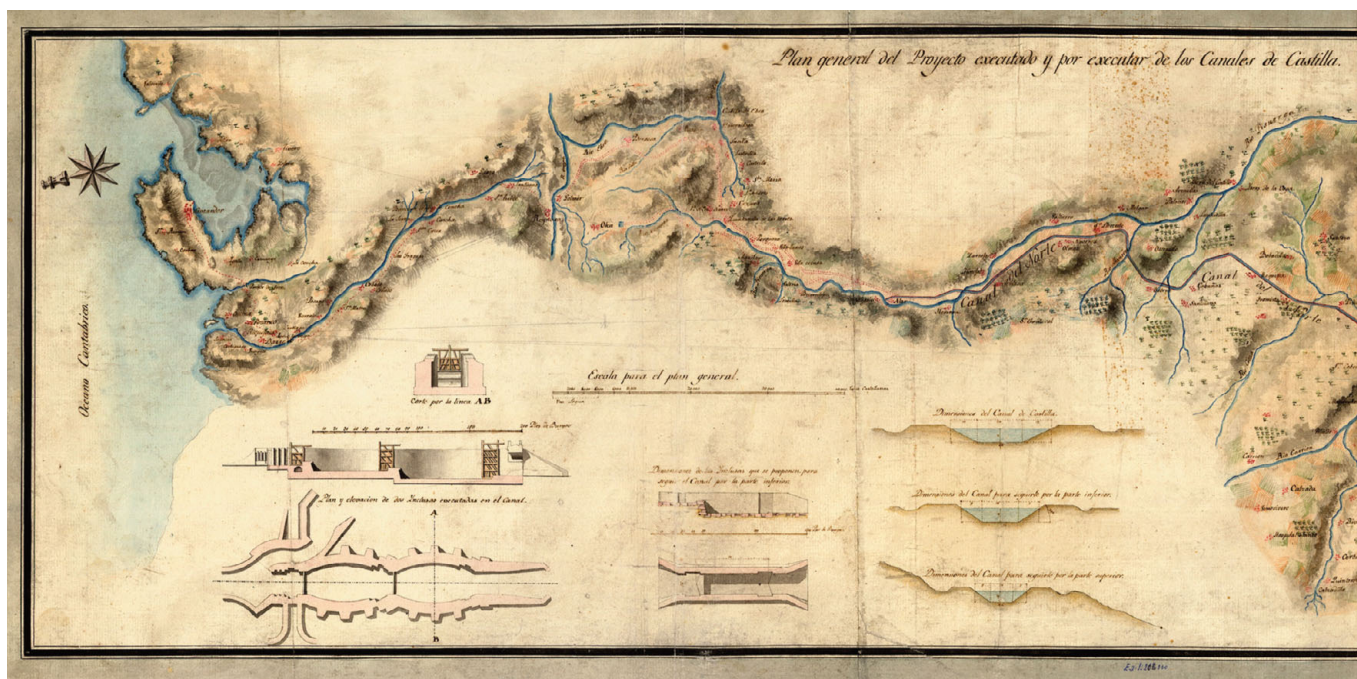


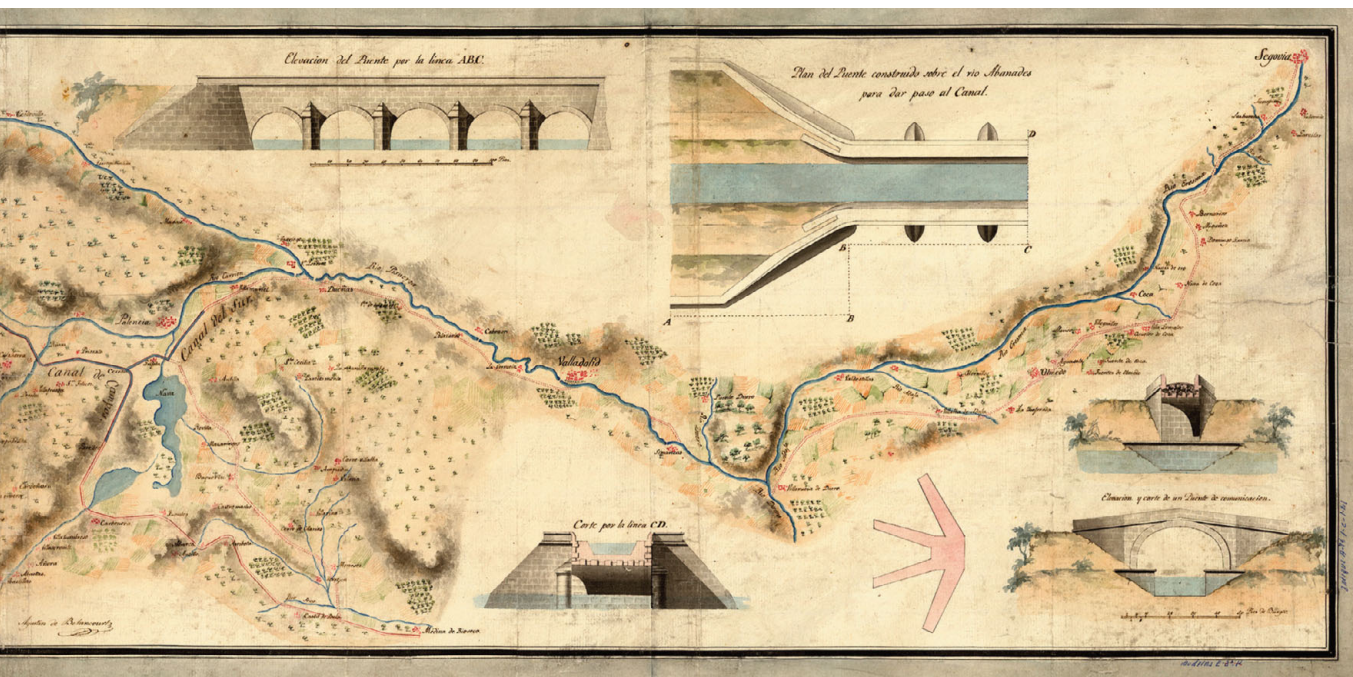
FIG. 4 AGUSTÍN DE BETANCOURT, «Plano general del Proyecto executado y por executar de los Canales de Castilla», 1801. Centro Geográfico del Ejército, nº 22 (1).

mento del comercio interior y como remedio del aislamiento físico de los viejos reinos castellano-leoneses, dándoles una salida al mar por el puerto de Santander (fig. 4). Enlace no acometido pues la navegación llegó sólo hasta Alar del Rey (Palencia).

Ya entonces algunos intelectuales y políticos de la Ilustración vieron en este proyecto un horizonte amplio, más allá de la navegación, al convertirlo en modelo y punto de partida de una nueva política de desarrollo económico de las regiones más retrasadas de la Castilla interior. Fascinados por las enormes posibilidades de transformación del territorio, en su opinión la construcción del Canal debía convertirse en elemento articulador y en motor de la economía regional.

La construcción del Canal de Castilla comenzó en julio de 1753 bajo la dirección técnica de Carlos Lemaury y la supervisión general de Antonio de Ulloa. La falta de acuerdo entre ambos sobre las prioridades del aprovechamiento del futuro canal, industrial o para navegación, y la caída en desgracia de su impulsor, el marqués de la Ensenada, retrasaron la ejecución de las obras. Estas contemplaban la construcción de cuatro canales o ramales conformando una trama que uniría Reinosa, Medina de Rioseco, Valladolid y Segovia.

A falta de una protección política decidida, el proyecto pareció entonces haber perdido el rumbo. Recobrada durante el reinado de Carlos III la iniciativa para su realización, nunca llegó a finalizarse, entre otras razones por problemas presupuestarios o la irrupción de la Guerra de Independencia, habiéndose llevado a cabo menos de la mitad de los kilómetros de canal previstos, alrededor de 150 km. Su principal aprovechamiento no fue la navegación, sino que, de forma imprevista, ya a finales del siglo XVIII, se convirtió en motor de industrialización que, al estar centrado en la harinería, anticipaba lo que sería la principal orientación productiva de la región en el XIX.



En 1860, la entrada en servicio de la línea de ferrocarril Valladolid-Alar de Rey acabó con las expectativas del uso de los canales castellanos como vía de transporte. Finalizaba así un breve período de esplendor de la navegación por el Canal que llegó a contar con una flota de casi 400 barcazas atravesando el corazón de Castilla. Con la llegada del ferrocarril, el Canal fue cambiando de uso; tras su reversión al Estado (1919) fue transformado para el regadío y, más recientemente, abierto a usos recreativos. Con todo, en palabras del escritor Raúl Guerra Garrido, la construcción del Canal de Castilla constituyó «un proyecto de gigantes», «una epopeya civil, un esfuerzo colectivo de toda la sociedad a favor de la civilización». En el año 2001 distintas instituciones públicas relacionadas con su explotación y estudio aunaron sus esfuerzos para dotar al Canal de Castilla de un *Plan Regional* de recuperación y puesta en valor de su rico legado patrimonial. En su elaboración tuvo una implicación destacada el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo del CEDEX.

Nos centraremos a continuación en algunas de sus obras más relevantes:

Esclusas de Calahorra de Ribas para la navegación fluvial (fig. 5)

En la confluencia del río Carrión y el Canal, al final del ramal Norte, en Calahorra de Ribas (Palencia), se encuentra uno de los conjuntos más evocadores del Canal de Castilla. La calahorra era el edificio donde se repartía gratuitamente el trigo cuando había escasez. Todavía aquí permanecen los edificios (molinos, batanes almacenes, casas...) de la antigua población que se estableció en este lugar al paso de la conducción. También se encuentran restos de tres esclusas ovaladas, de las cuales la más alta e inicial, la 22, forma hoy un estanque, pues el agua desborda los muros laterales de su vaso



FIG. 5 Canal de Castilla. Ramal del Norte. Esclusa 22, en Calahorra de Ribas. Confederación Hidrográfica del Duero.

dando como resultado un paisaje singular de gran frondosidad que contrasta con la llanura castellana. A pocos metros se eleva el monolito conmemorativo, con el escudo real, que celebra la unión de las aguas del río Pisuerga con las del Carrión.

Molino harinero y esclusa de Herrera de Pisuerga (Palencia)

Iniciadas las obras del Canal en el ramal de Campos en 1753 bajo la dirección de Carlos Lemaury, a partir de 1775, a raíz de la visita del director del Cuerpo de Ingenieros Militares, Francisco Sabatini, se introdujo algún cambio de orientación en los planes de explotación del Canal. Por iniciativa suya, se instalaron establecimientos industriales aprovechando los desniveles que salvaban las esclusas, con el fin de empezar a rentabilizar a corto plazo las cuantiosas inversiones efectuadas hasta entonces. Así, en la población de Herrera de Pisuerga, donde se cruzan las aguas del Canal con las del río Pisuerga, se levantó al hilo de la esclusa 13 un molino harinero. La puesta en servicio de los canales castellanos demostraría lo acertado de esta idea pues aumentó la producción cerealista, se creó una burguesía harinera, Valladolid se industrializó y Santander, donde las mercancías llegaban atravesando el camino de Reinosa, se hizo puerto grande.

Barcos y navegantes, esclusas de Frómista (Palencia) (fig. 6)

Frómista, la antigua *Frumesta* o *Fruementum* de los romanos, cuyo nombre significa trigo en latín, es sin duda uno de los sitios más imponentes del Canal. Aquí se cruzan el Canal de Castilla y el Camino de Santiago, lo telúrico con lo teúrgico. En opinión de Guerra Garrido, dos programas de la lucha por la vida en la historia de España llevados a cabo por hombres de gran valor y sabiduría: iniciados unos, innovadores otros. Aquí, en Frómista, las esclusas 20, 19, 18 y 17 del Canal forman una hendidura en el terreno por donde el agua se desploma en un cuádruple salto desde 15 m de altura. Esta catarata, la mayor de todo el Canal, se antoja una metáfora del pulso por el apro-



FIG. 6 Vista actual de las esclusas de Frómista (Palencia), con los muros abovedados.



FIG. 7 Dársena en Medina de Rioseco en el ramal de Campos. Confederación Hidrográfica del Duero.

vechamiento de la naturaleza y sus recursos. Muy cerca, los silos de trigo se alzan como iglesias góticas. A pocos metros el caminante encuentra la iglesia de San Martín, ya enteramente abovedada.

El comercio en los canales de Castilla. Dársena y almacenes de Rioseco (Valladolid) (fig. 7)

A lo largo del Canal se localizan una serie de instalaciones, un auténtico muestrario de obras de ingeniería, como acueductos, esclusas o puentes, necesarias para que agua, barcos, navegantes y caminantes discurran por su cauce. A tales construcciones se unían las dársenas o puertos fluviales, de las cuales la de Medina de Rioseco, final del ramal de Campos, es una de las más conocidas junto con la de Valladolid. En las dársenas atracaban las barcazas para la carga y descarga de las mercancías que transportaban. La de Rioseco constituye un conjunto de impresionantes dimensiones. Ubicada en el casco urbano, fue construida para el aprovechamiento del principal recurso

del Canal: el comercio cerealístico. Cuenta con un dique seco para el carenado y construcción de embarcaciones, almacenes y viviendas para los empleados del Canal. Aquí se ubicaron las fábricas de harina de San Antonio, edificio singular, y de la Pura. Conviene resaltar que las instalaciones auxiliares presentan características comunes a las construcciones de ingeniería, como la utilización exclusiva de la piedra y un labrado sobrio que aúna perfección y funcionalidad.

Barcos para la navegación. Astillero de Villaumbrales y «casa del Rey»

La vocación marinera de los canales castellanos se vislumbra en las instalaciones levantadas a lo largo del Canal, donde se reparaban y construían gabarras y barcazas que surcaban sus aguas transportando mercancías. En el astillero de Villaumbrales (Palencia), situado en el ramal de Campos, los diques secos erigidos en piedra caliza testimonian la intensa actividad como vía de navegación. Y ello desde época temprana pues fueron construidos entre 1753 y 1759. Muy cerca se encuentra la «casa del Rey», sobrenombre que recibía el edificio que servía como astillero, levantado en 1799. Las embarcaciones navegaban por el Canal con ayuda de pértigas o por el sistema de sirga, es decir remolcadas por animales de tiro desde el camino de tierra paralelo al Canal.

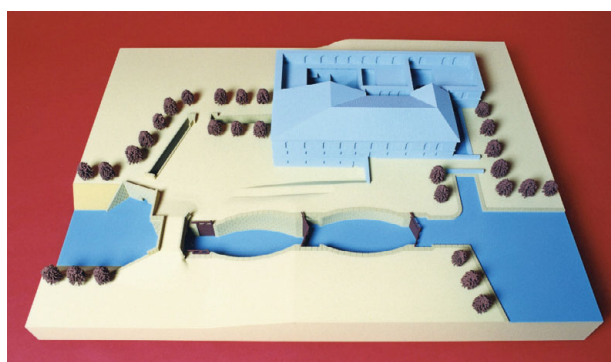


FIG. 8 Maqueta de la fábrica de papel en Viñalta en el ramal Sur (Palencia) en las inmediaciones de las esclusas 31 y 32.

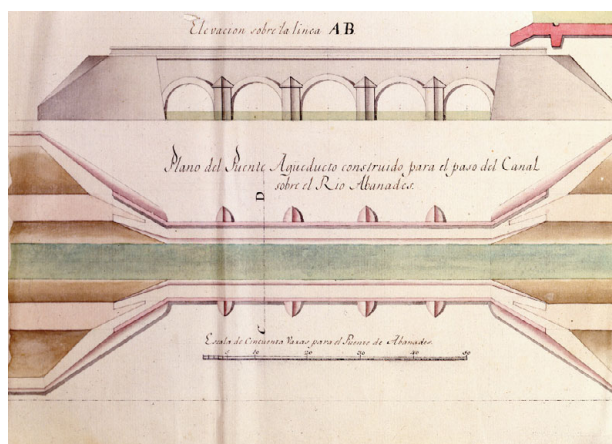


FIG. 9 JUAN DE HOMAR, «Plano del Puente Aqueducto construido para el paso del Canal sobre el Río Abanades», 1806. Patrimonio Nacional. Archivo del Palacio Real, 442.

El agua, motor industrial. La fábrica de papel de Viñalta (fig. 8)

El Canal constituyó una fuente importante de recursos económicos, no solo por su uso para el regadío de cereales o el transporte de mercancías, sino por la industria que generó en sus márgenes. Una de ellas fue la del papel, para lo cual se construyeron fábricas y molinos. Junto a estas líneas podemos ver la maqueta de la fábrica de papel de Viñalta, en las inmediaciones de Palencia, ramal Sur, que contaba con ruedas movidas por la energía hidráulica suministrada por el Canal.

Puente acueducto de Abánades (fig. 9)

Erigido para salvar la desproporcionada vaguada formada por el río Abánades o Valdavia, el puente constituye uno de los pasos más difíciles de la conducción. Jovellanos ensalzó la economía de su construcción con ocasión de un viaje que realizó por el

Canal de Castilla en 1791. Levantado sobre cinco bóvedas de cañón está considerado una de las obras de ingeniería más notables del Canal. Su fábrica, de cuidada labra, semeja una fortaleza, pues sus sillares ciclópeos le proporcionan un aspecto majestuoso, rematada con una cornisa perimetral en la base de los pretiles y aletas laterales. Fundado sobre pilas intermedias con tajamares, cuenta con una longitud total de 54 metros. Su construcción supuso la solución al arduo problema técnico planteado a Carlos Lemaury y a Antonio de Ulloa para el paso del Canal por la hondonada del río.

El Canal Imperial de Aragón

En el siglo XVIII se decidió ampliar la renacentista Acequia Imperial al objeto de convertirla en una vía navegable, proyecto concebido por los ilustrados españoles dado su ya mencionado afán en mejorar las comunicaciones mediante la construcción de canales artificiales de navegación (fig. 10).

Tras unos primeros intentos de retomar las obras en los años cincuenta y sesenta a través de una fallida compañía, el Estado acabó haciéndose cargo del proyecto del Canal Imperial de Aragón, que tomaba su denominación del reinado de Carlos V cuando se levantó la acequia de regadío. Se nombró como director y responsable al canónigo aragonés Ramón Pignatelli Moncayo, gran organizador y escrupuloso administrador.

Durante su largo mandato –desde 1772 a 1793– se llevaron a cabo, entre otros logros, la ejecución del difícil paso del Canal Imperial por el río Jalón y la presa de derivación ubicada en El Bocal. Obras en las que intervino un grupo significado de ingenieros hidráulicos: Bernardo Lana, Sebastián Rodolphe, Carlos Witte, Juan Agustín Badín, Fernando Ulloa, el holandés Cornelis Jan Krayenhof o Julián Sánchez Bort, comisionado el 2 de marzo de 1775 para dirigir las obras puestas en marcha por entonces (fig. 11).



FIG. 10 Atribuido a FRANCISCO DE GOYA, *Retrato de Ramón de Pignatelli y Moncayo*, gran protector del Canal Imperial de Aragón, con el sitio de El Bocal al fondo, 1790. Museo de Bellas Artes de Zaragoza.



FIG. 11 JOAQUÍN INZA, Vista de la casa de compuertas y presa de Pignatelli para la toma de aguas del canal Imperial en el sitio de El Bocal. Pintura al óleo. Imagen cedida por Ansorena Subastas de Arte.

Desde El Bocal, donde toma las aguas del Ebro, el Canal discurre paralelo y al sur del río. La conducción prevista con un trayecto de 150 km pasaría por veintisiete municipios, de los cuales cuatro eran navarros y el resto zaragozanos. Inicialmente, se estableció la villa de Sástago como el lugar idóneo para el reencuentro de la aguas del Canal con las del río, si bien llegó tan sólo a Fuentes de Ebro, tras la ejecución de dos tercios de lo previsto en principio.

Históricamente el Canal Imperial de Aragón y de Real de Tauste ha permitido la extensión del regadío en las tierras áridas de Aragón, asegurando cosechas que permitían superar las graves crisis de subsistencia que perduraron hasta el siglo XIX español. A pesar de no finalizarse en su totalidad, el Canal prestó grandes servicios al transporte de mercancías y viajeros de una amplia comarca, hasta que en 1861, establecido el ferrocarril de Zaragoza a Alsasua, se abandonó esta función. Con todo, su construcción fue un modelo en otros proyectos planteados con posterioridad, suponiendo una auténtica escuela práctica en el campo de la hidráulica para ingenieros y arquitectos, alarifes, artífices o maestros canteros.

La historia y descripción de la construcción del Canal Imperial están bien documentadas. Con anterioridad al conde de Sástago, ya antes de su conclusión, los trabajos habían sido minuciosamente descritos por Antonio Ponz en el tomo decimoquinto de su *Viaje por España*. También Agustín de Betancourt visitaba las obras del Canal Imperial con su colega y amigo Alonso de Nava, marqués de Villanueva del Prado. En 1784 ambos ingenieros redactaban un informe titulado *Noticia de la Acequia Imperial de Aragón*, fruto del recorrido que efectuaron por las obras desde Zaragoza hacia su cabecera, aguas arriba.

Entre las obras e instalaciones del Canal Imperial, queremos resaltar aquí algunas de ellas:

Conjunto de El Bocal, Fontellas (Navarra) (fig. 12)

En el conjunto hidráulico de El Bocal del Rey, situado en Fontellas, se planteó la construcción de una presa de mayores dimensiones para derivar las aguas del Ebro. Tras diversas vicisitudes, en 1775 Sánchez Bort era nombrado director de los trabajos que debían acometerse para la consecución del canal artificial. A la sazón Bort estudió los diversos proyectos presentados con anterioridad, reconoció sobre el terreno las obras realizadas hasta entonces y ordenó efectuar nuevas nivelaciones, asunto crucial para el trazado correcto de los canales. Entonces el ingeniero proponía abandonar la presa que se estaba construyendo aguas arriba de la ciudad de Tudela, sugiriendo levantarla en el sitio de El Bocal antiguo.



FIG. 12 Vista actual de la presa de Pignatelli en El Bocal, Fontella, Navarra.

Casa de compuertas o Palacio Nuevo de El Bocal (Navarra) (fig. 13)

En los aledaños del palacio de Carlos V, casa de compuertas levantada para la Acequia Imperial en el siglo XVI, se inició la ejecución de la nueva presa y del edificio de otra casa de compuertas, en el mismo lugar, El Bocal. Conocido como Palacio Nuevo, contaba con 11 bocas por donde discurren las aguas desde el río Ebro hasta el Canal. En la fachada norte se ubicaba un pequeño puente con una escalinata que permitía bajar al pie de la presa. En el costado derecho se encontraba la esclusa que comunicaba el río con el Canal y en el flanco izquierdo la almenara para la limpieza de los depósitos que arrastraba el agua a su paso.

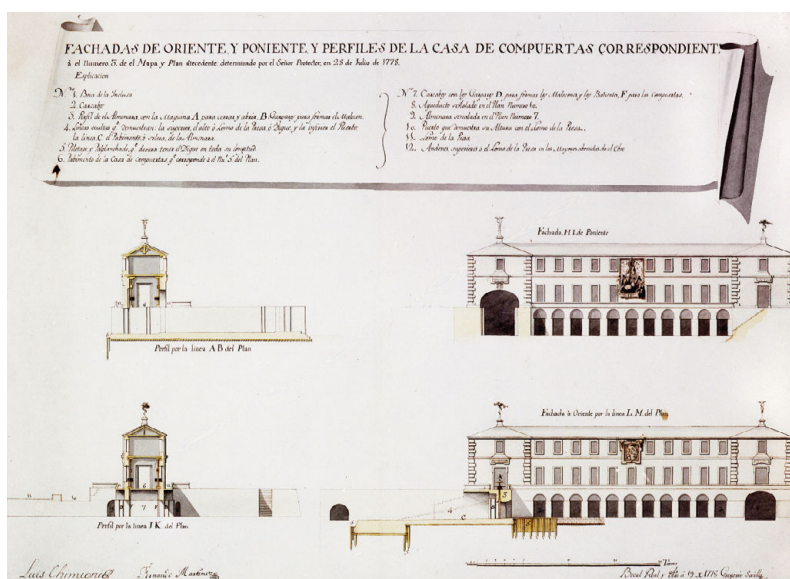


FIG. 13 LUIS CHIMIONI, FERNANDO MARTÍNEZ, GREGORIO SEVILLA, «Fachadas de oriente y poniente y perfiles de la casa de compuertas correspondiente á el nº 3 del Mapa y Plan ántecedente [sic]: determinado por el Señor Protector, en 28 de Julio de 1778». Nueva casa de compuertas o Palacio Nuevo de Ramón de Pignatelli, 1778. Archivo del Ministerio de Fomento, OH-27.

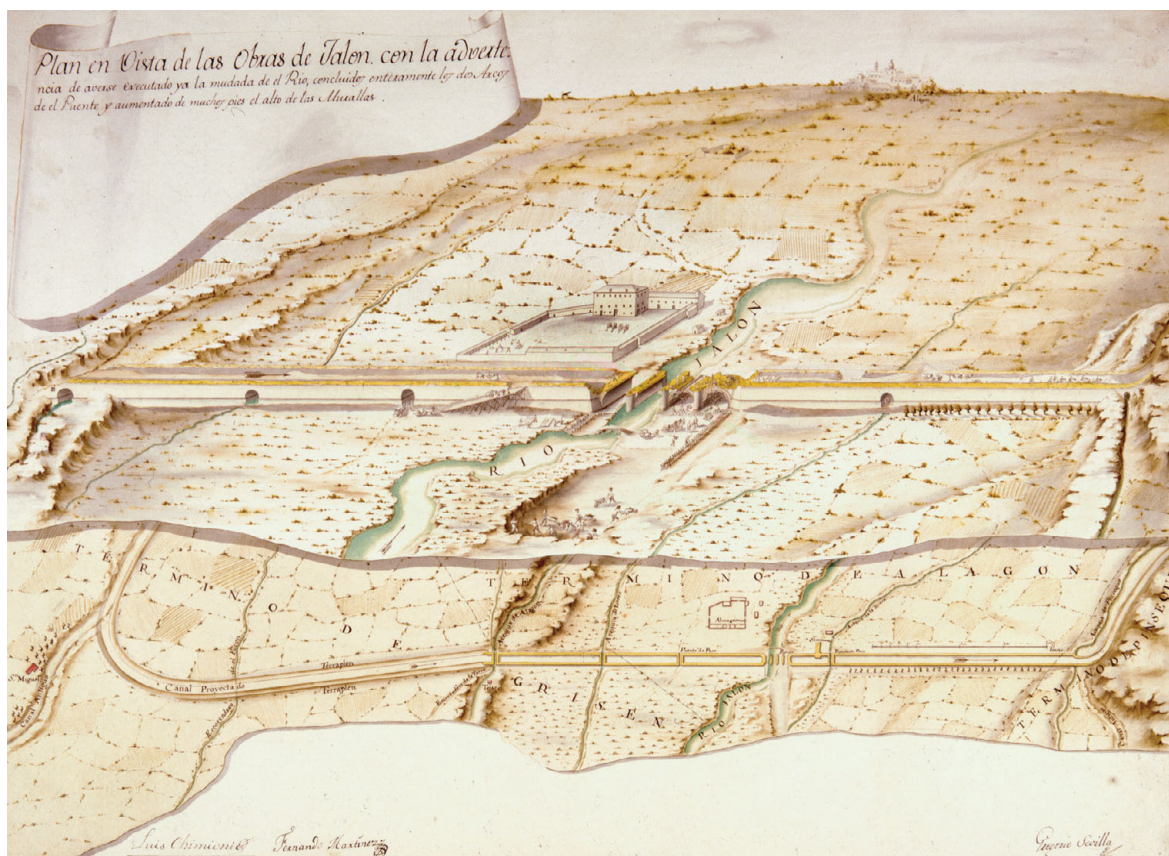


FIG. 14 LUIS CHIMIONI, FERNANDO MARTÍNEZ, GREGORIO SEVILLA, «Plan en Vista de las Obras de Jalon, con la advertencia de averse executado ya la mudada de el Río, concluidos enteramente los dos Arcos de el Puente y aumentado de muchos pies el alto de las Murallas», 1779. Archivo del Ministerio de Fomento, OH-40.

Acueducto sobre el río Jalón (figs. 14 y 15)

Como se ha dicho, una de las obras que más admiración causó a los contemporáneos fue el acueducto de cuatro arcos que salva la hondonada del río Jalón.

Finalizado en 1782, tras la intervención de otros técnicos versados, el proyecto definitivo se debió al ingeniero hidráulico y arquitecto Julián Sánchez Bort. Notable en su tiempo, alumno aventajado y posterior miembro de la Academia de Bellas Artes de San Fernando, perteneció al cuerpo de ingenieros militares primero y de la marina después. Bort, artífice célebre de la nueva población de Ferrol, diseñada al hilo de la creación del nuevo departamento marítimo, planteó para el acueducto una fábrica de cuatro bóvedas de medio punto y rasante horizontal con una longitud total de 50 m y una luz libre de 9 m en cada vano que atraviesa ortogonal el cauce del río. Remataban el conjunto dos estribos que albergaban sendas escaleras. Una de ellas, en forma de caracol, permitía acceder a la base de las pilas del acueducto para efectuar la limpieza de lodos acumulados por la corriente.

Asimismo, el acueducto disponía de la almenara de San Martín para regular su caudal, eliminando las aguas sobrantes. Según explicaban Agustín de Betancourt y Alonso de Nava en su *Noticia de la Acequia Imperial de Aragón*, el acueducto «forma sin duda una obra prodigiosa, que no se puede ver sin admiración, ni aún concebir sin osadía y que da una idea sublime de las fuerzas y de la superioridad del Hombre».

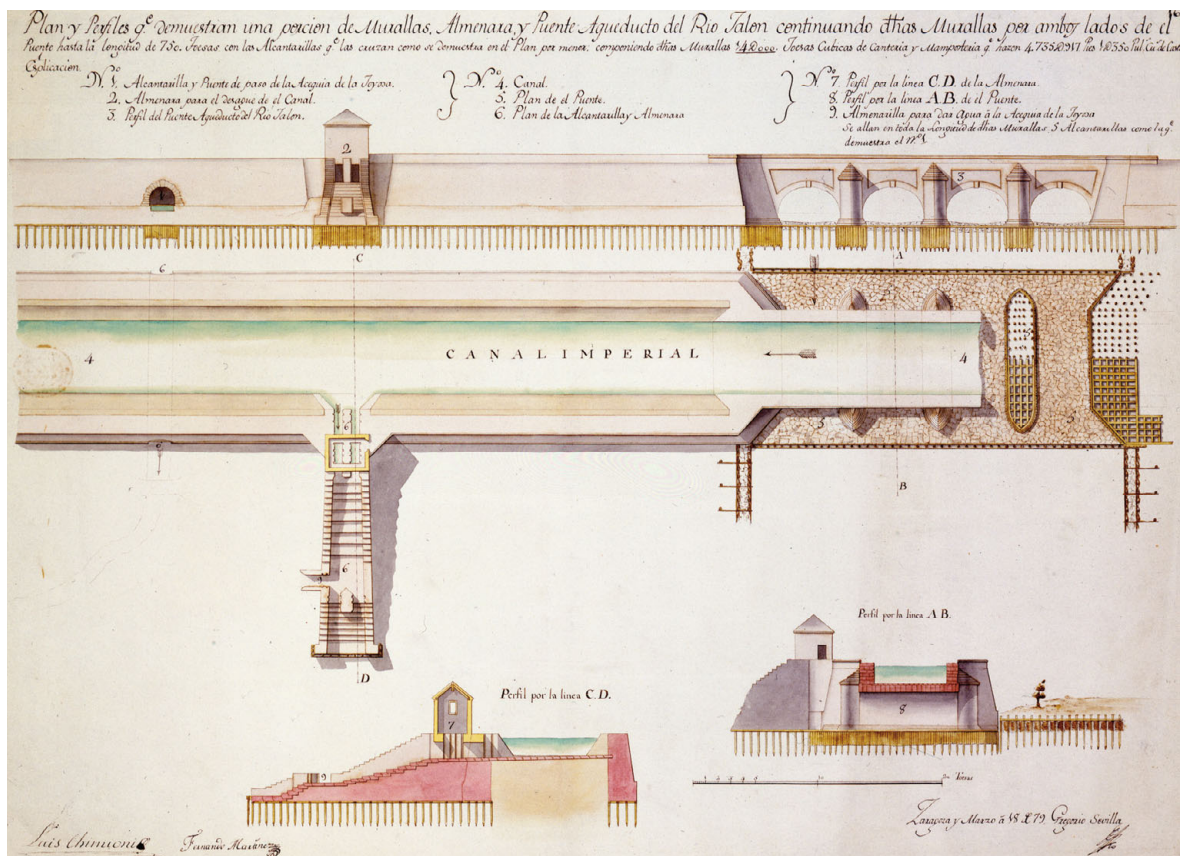


FIG. 15 LUIS CHIMIONI, FERNANDO MARTÍNEZ, GREGORIO SEVILLA, «Plan y perfiles q̄ demuestran una porción de Murallas, Almenara y Puente Aqueducto del Rio Jalon, continuando dichas Murallas por ambos lados de el Puente hasta la longitud de 750 toesas...», 1779. Archivo del Ministerio de Fomento, OH-39.

La llegada de las aguas a Zaragoza. El conjunto de San Carlos (fig. 16)

El 14 de octubre de 1784 llegaron las aguas del Canal a la ciudad de Zaragoza. Allí, en el camino de Madrid, se levantó un conjunto de instalaciones que a pesar de su uso industrial e ingenieril presenta todavía hoy un aspecto monumental. El viajero puede contemplar las esclusas de San Carlos, construidas en piedra de sillería y erigidas para sortear el gran desnivel del río Huerva. Junto a ellas se encuentra el antiguo molino de Casa Blanca que dio nombre al barrio zaragozano allí levantado.

En el conjunto se localiza la fuente de los Incrédulos, erigida en 1786 por orden de Pignatelli en conmemoración de la llegada de las aguas del Canal a Zaragoza. En ella aparece una inscripción en latín que reza: «Para convencimiento de incrédulos y alivio de caminantes», como respuesta a la poca fe de los contemporáneos en la viabilidad de un proyecto de tanta dificultad.

Próximo a la fuente se levantó el puente acueducto de Madrid, junto a almacenes y caballerizas, así como molinos, batanes o almenaras. Aquí se encontraba también el puerto fluvial de Miraflores, ya desaparecido, dotado con un dique de carenar en seco y gradas para la arquitectura naval. Por iniciativa de Pignatelli, se construyó una magnífica iglesia para uso de los trabajadores del Canal. Esta llegó a albergar tres cuadros realizados por Francisco de Goya, desaparecidos durante la Guerra de Independencia.

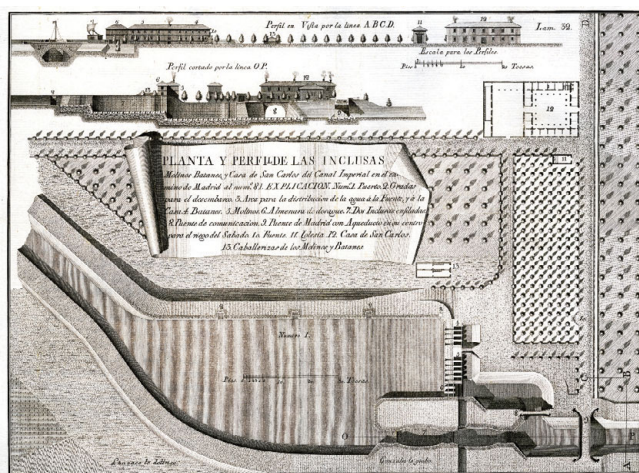


FIG. 16 Plano que manifiesta todas las obras construidas y proyectadas en el monte Torrero, ciudad de Zaragoza. Lámina 32, en *Descripción de los canales Imperial de Aragón*, i Real de Tauste, 1796.

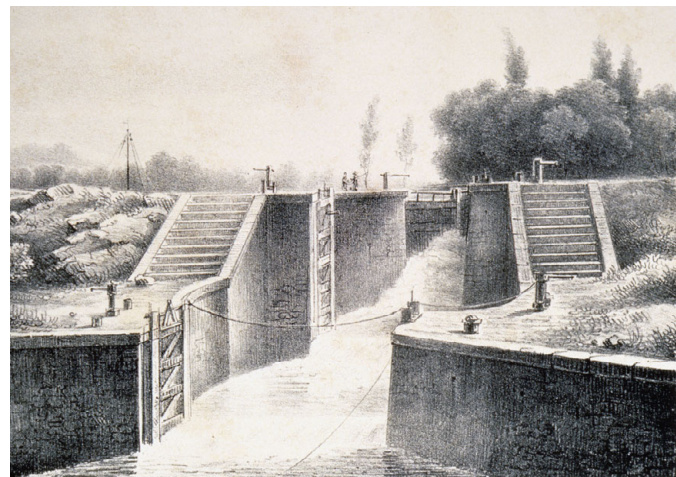


FIG. 17 Esclusas de Zaragoza. Paseo pintoresco por el canal Imperial. Dibujado por BLANCHARD y litografiado por V. ALEXIS.

Otros encargos fueron realizados en 1815 por la dirección del Canal al célebre pintor aragonés, un retrato de Fernando VII y otro del Duque de San Carlos. Asimismo, custodiado hoy en el Museo de Bellas Artes de Zaragoza se encuentra el retrato de Ramón de Pignatelli cuya autoría se atribuye al propio Goya.

La entrada del Canal a la ciudad de Zaragoza. Esclusas y almenara (fig. 17)

Cercanas al conjunto monumental de San Carlos, en el camino de Belice, se hallan tres esclusas, una alcantarilla para el paso del ganado y una almenara de dos bocas en el extremo superior para desaguar el Canal una vez los barcos habían descendido. Ubicadas sobre terrenos de mala calidad, se produjeron simas y filtraciones que arruinaron la obra provocando grandes quebraderos de cabeza al director Pignatelli, que consultó este arduo problema con diferentes técnicos. Con el propósito de detener la pérdida de agua que impedía la navegación se llevaron a cabo excavaciones en el terreno que fueron rellenadas con arcilla.

Canales artificiales para una Corte. La navegación del Guadarrama y el Manzanares

En los años ochenta del setecientos volvió con fuerza la idea de comunicar Madrid con el mar, una idea ya presente desde el siglo XVI. Se planteaba entonces la construcción de un canal que desde el río Guadarrama enlazase con el Real Canal del Manzanares, iniciado este en 1770 por Pedro de Martinengo en régimen de privilegio.

La ejecución del Canal del Guadarrama fue en realidad una quimera, un sueño de la razón devenido monstruo. El encargado de elaborar la idea de este Canal fue el brigadier general de origen francés Carlos Lemaury, quien era por aquel entonces un reputado ingeniero hidráulico asiduo a las tertulias que el ilustrado asturiano Pedro Rodríguez de Campomanes, fiscal del Consejo de Castilla, organizaba en su casa de la calle Huertas.

El Canal de Guadarrama formaba parte de una compleja infraestructura hidráulica, suerte de reflejo del Canal de Castilla en la meseta sur, que comunicaría Madrid con el puerto fluvial de Sevilla. El Canal tendría una longitud en verdad desmesurada, 771 km, ya que pretendía unir el Manzanares con el Jarama y el Tajo, para proseguir atravesando La Mancha y Sierra Morena hasta el Guadalquivir y desde allí a Sevilla. Un proyecto en la línea de otros anteriores abocados al fracaso desde su origen por sus desmedidas dimensiones en un país con una topografía compleja e irregular. Soslayando así los ilustrados españoles los ejemplos existentes en el centro de Europa, con canales de menor longitud pero con una alta densidad de caminos líquidos, como la red tendida en Flandes.

En España, a pesar de las diferencias orográficas con el país vecino, pesaba como una losa el modelo del Canal francés del Languedoc, iniciado en las últimas décadas del siglo XVII, aunque inconcluso entonces, pues la idea original de conectar el Mediterráneo con el Atlántico no se llevó a cabo hasta bien avanzado el siglo XIX.

En el Canal del Guadarrama, sólo en el primer tramo, Lemaury proyectó 17 esclusas que salvarían un desnivel de 152 m. Un hito planteado en su proyecto fue la construcción de una presa concebida con una altura de 93 m, llamada de El Gasco e inigualada en la Europa de la Ilustración, erigida para embalsar las aguas del Guadarrama cerca de Torrelodones. Lemaury diseñó una estructura en planta recta, con dos muros paralelos de casi 3 m cada uno, conectados entre sí por tabiques transversales, formando compartimentos rellenos con bloques de piedra embebidos en arcilla.

En 1785 murió Carlos Lemaury, siendo reemplazado al frente de los trabajos por dos de sus hijos, Carlos y Manuel Lemaury. Mientras, con una notable inversión de dinero, las obras de los canales del Manzanares y del Guadarrama avanzarían con gran lentitud. En 1792, y después en 1830, el ingeniero Miguel Inza levantaba un plano y emitía un *Dictamen* en el que enumeraba lo que faltaba por ejecutar y su propuesta para finalizar ambos canales, prolongando el del Manzanares sólo hasta Aranjuez.

En 1799, en el Guadarrama se habían ejecutado 27 km de canal y la presa de El Gasco alcanzaba 57 m de altura. A la sazón, una acumulación de aguas de lluvia sobre la coronación arcillosa produjo la expansión del material reventando la pared del muro frontal de la presa. Abandonada definitivamente la construcción, todavía hoy se puede ver el paramento de la misma en un entorno de gran belleza paisajística.

Canales en la América colonial

La navegación fluvial por el río Magdalena, Colombia

Santa Fe de Bogotá, fundada en el interior de Colombia por Gonzalo Giménez de Quesada en 1538, estaba 800 km de la salida al mar por la costa del Caribe (fig. 18). Su supervivencia como capital del virreinato de Nueva Granada se debió en gran medida a la gran arteria que suponía el río Magdalena, vía de comunicación con el litoral.

Muy pronto, el establecimiento de Cartagena de Indias, fundado en 1532 por Pedro de Heredia, constituyó uno de los enclaves urbanos portuarios más importantes de la costa sudamericana del Caribe, desempeñando un importante papel como foco de expansión demográfica, política y económica hacia el interior de la actual Colombia.

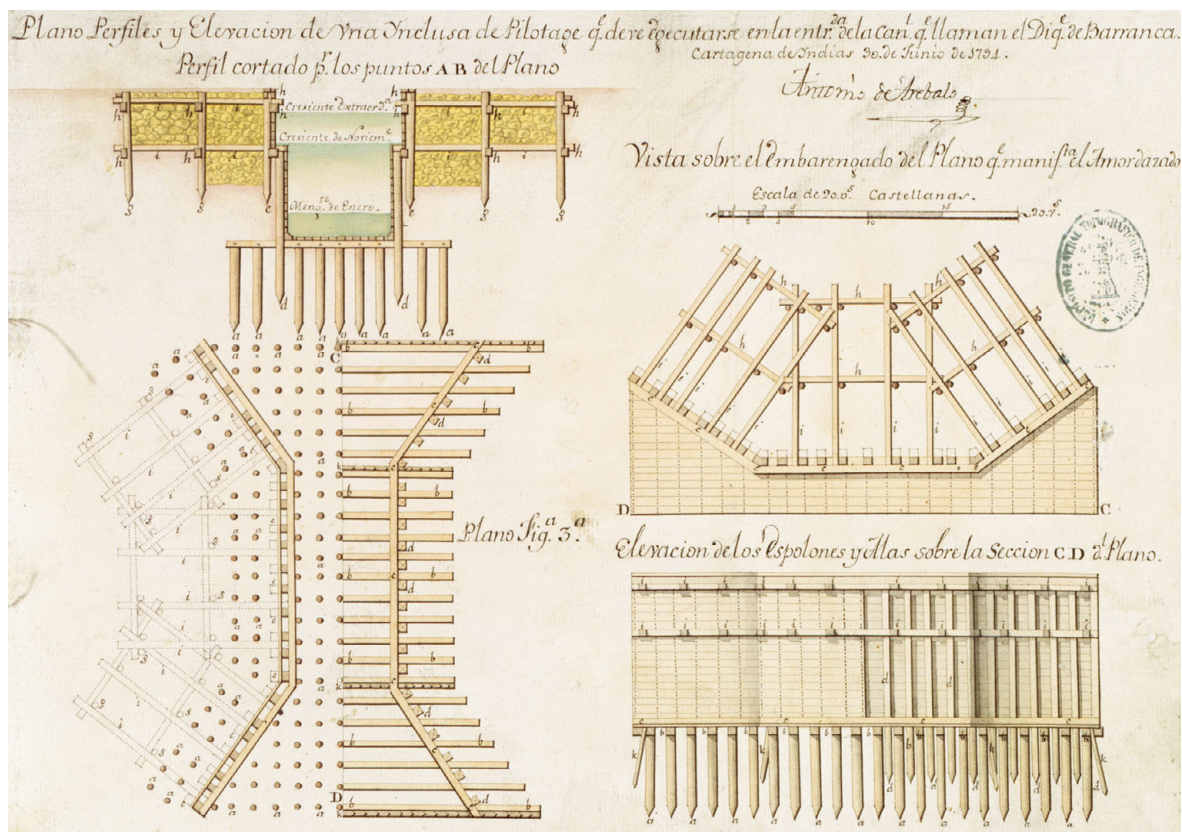


FIG. 18 Proyecto de una esclusa para poder adecuar el Canal del Dique de la Barranca al nivel de las aguas en el río Magdalena. Instituto de Historia y Cultura Militar, plano 6021.

En el siglo XVII prosperó la idea de construir un canal artificial navegable en cualquier época del año, abaratando el transporte de mercancías entre el puerto cartagenero y Santa Fe de Bogotá. La adecuación del río para la travesía de embarcaciones corrió a cargo del ingeniero Juan de Somovilla Tejada. El Canal del Dique de la Barranca, como se llamó, tuvo una vida llena de dificultades. Durante el siglo XVIII convivieron modestas reparaciones con grandes proyectos de mejora para dotarle de esclusas que nunca llegaron a ejecutarse.

El último intento de mejorar la navegación por el Magdalena fue abordado por el ingeniero Antonio de Arévalo a finales del setecientos. Arévalo, responsable de fortificar la Bocachica, por entonces el principal acceso al interior de la bahía de la ciudad, tenía ya en 1794 un proyecto para construir esclusas y modificar el trazado del río con la rectificación de los meandros que lo jalonaban. De esta forma acortaría su longitud aumentando la pendiente y por tanto la velocidad de la corriente, evitando los continuos aterramientos que dificultaban la navegación. En 1797 se aprobó el proyecto, si bien las obras se iniciaron en 1806, terminándose después de la independencia colombiana. El Canal del Dique sigue aún en funcionamiento si bien requiere continuas campañas de dragado y múltiples reparaciones.

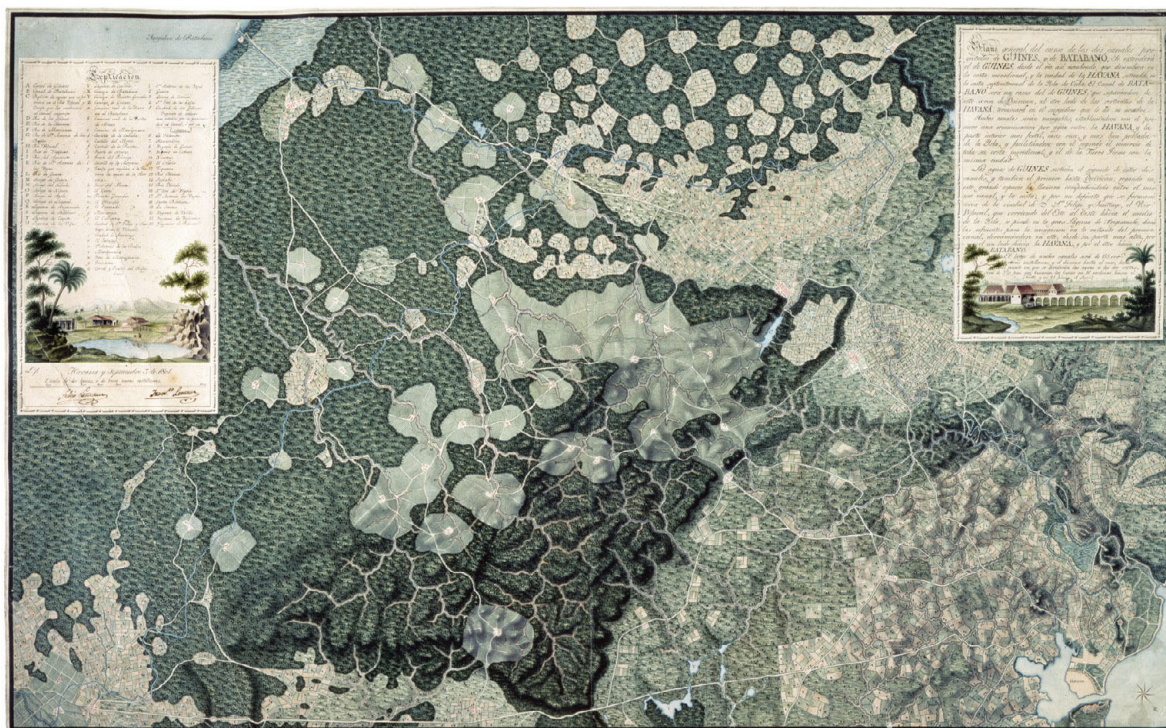


FIG. 19 FÉLIX y FRANCISCO LEMAUR, «Plano general del curso de los dos canales proyectados de Güines, y de Batabanó», 1801. Museo Naval, 19-E (1).

El Canal de Güines y el primer ferrocarril español (fig. 19)

La idea de construir un canal artificial navegable que comunicase las poblaciones de Güines y La Habana se remonta a 1767. Al socaire del crecimiento económico que experimentó la isla, basado en la extensión hacia el interior del monocultivo de la caña de azúcar, se elaboró un proyecto para construir un canal por el que se pudieran transportar las maderas de los bosques de Güines hasta los astilleros de La Habana y, sobre todo, dar salida a la producción azucarera con destino a las antiguas colonias inglesas.

Los latifundistas criollos impulsaron la propuesta ideada por Félix y Francisco Lemaury, hijos también de Carlos Lemaury, que contemplaba la construcción de un canal de 130 kilómetros mediante la unión de los ríos Güines y Almendares. La obra no llegó a construirse nunca, si bien se conservan los planos de los hermanos Lemaury, fiel testimonio y memoria del proyecto.

Algún tiempo después, descartada la navegación fluvial, siguiendo un trazado similar se recurrió al nuevo medio de transporte que desde Inglaterra irrumpió con fuerza en Europa: el ferrocarril, llamado a revolucionar el transporte terrestre de mercancías y viajeros. El ferrocarril de Güines, puesto en funcionamiento en 1837, goza de la distinción de ser el primero del mundo hispánico, pues se puso en marcha once años antes que el de Barcelona-Mataró.

Conclusiones

Como se ha dicho, la Guerra de Independencia sumió a España en una paralización que duró un largo período, incluyendo, como es lógico, la construcción de obras públicas. En lo que respecta a estas y más en concreto a los proyectos de canales de navegación, unos años antes el hundimiento de la presa de El Gasco en Galapagar (1799), al que se sumó la catástrofe provocada por la rotura de la presa de Puentes en Lorca (1802), desencadenó cambios importantes en la organización, dirección y control en la ejecución de obras de ingeniería civil.

A instancias del ingeniero canario Agustín de Betancourt, considerado en nuestro país como el padre de la ingeniería civil contemporánea, tras entregar su célebre informe *Pantanos y Reparos que deben hacerse en Lorca*, las autoridades se convencieron de la necesidad de abrir una escuela para la formación de los ingenieros encargados de estas obras. La llamada Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales de Madrid para la formación en la ciencia moderna –física, matemáticas, cálculo infinitesimal o dibujo– de los técnicos responsables de proyectar y dirigir este tipo de obras, abrió sus puertas en 1802. Con anterioridad, en 1799, tras el desastre de la presa de El Gasco, se había creado la Junta General de Caminos y Canales con el fin de que examinara de una forma rigurosa estos proyectos, y germen de la escuela para sus facultativos.

NOTA

- * Una versión previa de este artículo se publicó en el catálogo de *Obras Hidráulicas de la Ilustración*, Madrid, CEDEX-CEHOPU, Fundación Juanelo Turriano, 2014.

BIBLIOGRAFÍA

- P. ALZOLA Y MINONDO: *Las obras públicas en España*, Bilbao, Imprenta de la Casa de la Misericordia, 1899.
- F. ARROYO ILERA y C. CAMARERO BULLÓN: «Proyectos ilustrados de navegación», en *Los paisajes del agua. Libro jubilar dedicado al profesor Antonio López Gómez*, Valencia, Publications de la Universitat de València, 1989, pp. 347-369.
- B. BAILS: *Diccionario de arquitectura civil*, Madrid, Imprenta de la Viuda de Joaquín Ibarra, 1770.
- F. X. CABANÉS: *Memoria que tiene por objeto manifestar la posibilidad y facilidad de hacer navegable el río Tajo desde Aranjuez hasta el Atlántico, las ventajas de esta Empresa, y las concesiones hechas á la misma para realizar la navegación*, Madrid, Imprenta Miguel de Burgos, 1829. También la obra *Planos que representan los reconocimientos de las riberas del Río Tajo verificados en 1641, 1755 y 1828. Con objeto de arreglar la navegación de este Río*, 1829, París, Imp. Lith. Engelmann & C^{ie}.
- A. CÁMARA MUÑOZ: «La profesión de ingeniero. Los ingenieros del rey», en M. SILVA SUÁREZ (coord.), *El Renacimiento*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico, Prensas Universitarias, 2004, vol. I, pp. 125-164.
- «Esos desconocidos ingenieros», en A. CÁMARA MUÑOZ (ed.): *Los ingenieros militares de la Monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2005, pp. 13-29.
- «Leonardo Turriano al servicio de la Corona de Castilla», en A. CÁMARA MUÑOZ (coord.), *Leonardo Turriano: ingeniero del Rey*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2010.
- F. CARRERAS CANDI: *La navegación en el río Ebro*, Barcelona, La Hormiga de Oro, 1940.
- D. CRESPO DELGADO: *Un viaje por la Ilustración. El viaje de España (1772-1794) de Antonio Ponz*, Madrid, Marcial Pons, 2012.
- P. DELGADO: *Memoria sobre el modo directo de surtir a la villa de Madrid de aguas potables de que carecen y medios de aumentarlas con abundancia para fertilizar los jardines, huertas y plantíos que hermocean interiores y exteriores de la capital*, Madrid, Imprenta de D.M. de Burgos, 1829.
- M. DÍAZ-MARTA PINILLA: *Planos históricos de obras hidráulicas*, Madrid, CEHOPU, 1985.
- M. T. FERNÁNDEZ TALAYA: «El canal del Manzanares, un canal de navegación en el Madrid de Carlos III», en *Anuario del Instituto de Estudios Madrileños*, n° XLVI, 2006, pp. 521-546.
- J. A. GARCÍA-DIEGO y M. DÍAZ-MARTA: «Las obras hidráulicas españolas y su relación con las americanas», en *Lull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol. 13, 1990, pp. 57-89.
- M. GARCÍA RUIPÉREZ *et al.*: «El Atlas de Carduchi de 1641 para la navegación del Río Tajo del Ayuntamiento de Toledo», en *Chorographia del río Tajo hecha por Luis Carduchi*, Toledo, Ayuntamiento de Toledo, Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, 2008.
- I. GONZÁLEZ TASCÓN *et al.*: *Betancourt, los orígenes de la ingeniería moderna en Europa*, catálogo de la exposición, Madrid, CEHOPU, 1996.
- I. GONZÁLEZ TASCÓN *et al.*: *Felipe II, los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*, Madrid, Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, 1998.
- R. GUERRA GUERRA: «Un sueño de la razón», en *El Canal de Castilla: Un plan regional*, Salamanca, Junta de Castilla y León, CEHOPU, 2004, pp. 13-26.
- M. HERMOSILLA: *Dictamen sobre la necesidad y utilidad de la continuación del canal del Manzanares hasta el Real Sitio de Aranjuez...*, Zaragoza, Oficina de Miedes, 1804.
- A.G. KELLER: «La ingeniería en Europa en tiempos de Felipe II», en *Felipe II, los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*, Madrid, Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, 1998, pp. 25-39.
- E. LARRUGA BONETA: *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España, con inclusión de los Reales Decretos, Ordenes, Cédulas, Aranceles y Ordenanzas expedidas para su gobierno y fomento*. Tomo VI. Madrid, Antonio Espinosa, 1789.
- E. LLAGUNO AMIROLA y J. A. CEÁN BERMÚDEZ: *Noticias de los arquitectos y arquitecturas de España desde su restauración ilustradas por el ilustrísimo señor Eugenio Llaguno y acrecentadas con notas adiciones y documentos por el señor Juan Agustín Ceán Bermúdez*, Madrid, Imprenta Real, 1829.
- A. LÓPEZ GÓMEZ: «Proyectos y realizaciones del Reformismo Ilustrado», en A. GIL OLCINA y A. MORALES GIL (eds.), *Planificación hidráulica en España*, Alicante, CAM, Fundación Caja del Mediterráneo, 1995, pp. 17-68.
- *La navegación por el Tajo. El reconocimiento de Carduchi en 1641 y otros proyectos*, Madrid, Real Academia de la Historia, 1998.
- J. M. LÓPEZ PIÑERO: *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor, 1979.
- N. MALO: *Estudio sobre el proyecto europeo de la unión de los tres mares, Mediterráneo, Cantábrico y Atlántico por el Duero, el canal Imperial y el de Castilla: o sea pensamiento sobre la navegación interior oriental y septentrional de España. Seguidos de una memoria en que se proponen algunos métodos para el desarrollo de la agricultura de Aragón y de la España, considerada en los Monegros*, Madrid, Establecimiento tipográfico de Aguirre y Compañía, 1850.

- F. J. MARÍN PERELLÓN y J. ORTEGA VIDAL: *El Canal Real del Manzanares*, Madrid, Ayuntamiento de Madrid, 2009.
- M. MORATO MORENO: «Los Antonelli, una saga de arquitectos e ingenieros al servicio de la corona española», en *Actas del 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2008, pp. 65-66.
- A. PONZ: *Viaje de España en que se dá noticia de las cosas mas apreciables, y dignas de saberse, que hay en ella*, Madrid, Por la Viuda de Ibarra, hijos y compañía, 1787-1794.
- D. ROMERO MUÑOZ: *Campomanes. Un hombre de estado*, Madrid, CEHOPU, 2003.
- «La recuperación del canal de Castilla», conferencia impartida en *La gestión del patrimonio cultural como factor de sostenibilidad*, Burgo de Osma, Universidad CEU-San Pablo, 2003.
- «Apuntes sobre la historia de los canales de navegación en España», en *Obras Hidráulicas de la Ilustración*, Madrid, CEHOPU, Fundación Juanelo Turriano, 2014, pp. 83-102.
- F. SÁENZ RIDRUEJO: *Los ingenieros de Caminos*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1993.
- T. SÁNCHEZ LÁZARO: *Carlos Lemaury y el canal de Guadarrama*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995.
- C. SÁNCHEZ DE OCAÑA: *La navegación en el río Tajo. Extracto del estudio realizado por la división hidráulica del Tajo sobre las posibilidades de navegación y aprovechamiento hidroeléctrico*, [s.n.], [s.l.], [19—]
- J. M. SANZ GARCÍA: *Los canales del Guadarrama y Manzanares. De Juan II a Juan Carlos I, pasando por Carlos III*, Madrid, Instituto de Estudios Madrileños del CSIC, 1998.
- Conde de SÁSTAGO: *Descripción de los canales Imperial de Aragón, i Real de Tauste dedicada a los augustos soberanos D. Carlos IV i D. Maria Luisa de Borbón. Por el actual protector por S. Magestad de ambos canales el Conde de Sastago*, Zaragoza, Francisco Magallón, 1796.
- S. VILLAS TINOCO: «Ciencia, Técnica y Poder», en M. SILVA SUÁREZ (ed.), *Técnica e ingeniería en España: El siglo de las luces. De la ingeniería a la nueva navegación*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico, Prensas Universitarias, 2005, vol. II, pp. 75-114.

Volver al índice

El proyecto y su representación en la arquitectura y en la ingeniería militar entre los siglos XVI y XVIII*

ALFONSO MUÑOZ COSME
ETSAM. Director del IPCE

En este escrito se aborda el estudio del proyecto de fortificación entre los siglos XVI y XVIII desde distintos puntos de vista. En la primera parte se estudian las formas de concebir y transmitir el proyecto de los arquitectos y de los ingenieros militares, a través de los sistemas de representación. Aunque existe una tradición común, se identifican los aspectos en que se diferencian ambos procesos creativos, y a través de variables como la precisión, la complejidad, la espacialidad, la temporalidad y la escala, se comparan las diferentes formas de concebir, elaborar y representar el proyecto por los ingenieros y por los arquitectos. El análisis de los planos nos permite contemplar cómo esas variables se plasman en diferentes formas de utilizar las proyecciones tradicionales: la preeminencia de planta o alzado, la elección de sección o perspectiva, o la diferente atención al interior y al exterior.

En la segunda parte se analiza la evolución de las técnicas del proyecto de fortificación y de su representación, trazando un paralelo con la evolución del proyecto de arquitectura. Así, de un proceso inductivo, de naturaleza analítica y raíces empíricas en el siglo XVI, fuertemente condicionado por el lugar, se pasa a una concepción neoplatónica y a una deducción geométrica, que se impone sobre el territorio en el siglo XVII, para concluir en el siglo XVIII con un nuevo proceso inductivo y analítico, pero reglado, que vuelve a tener en cuenta las características del territorio sobre el que se asienta y que se desarrolla con una marcada normalización.

LOS SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN: LOS DIBUJOS Y LOS MODELOS O MAQUETAS

La definición más antigua de proyecto que conocemos es la que incluyó Marco Vitruvio Polión en *Los Diez Libros de Arquitectura*, mediante la que describe un proceso creativo que conduce a la invención o definición del nuevo ser proyectado: «La meditación de la obra propuesta es un esfuerzo intelectual, reflexivo, atento y vigilante, que aspira al placer de conseguir un feliz éxito. La invención es el efecto de este esfuerzo mental, que da solución a problemas oscuros y la razón de la cosa nueva encontrada»¹. Para representar este proyecto, el tratadista romano estableció un sistema integrado por tres tipos de dibujo con los que el arquitecto transmitía su pensamiento: la planta o *Ichnografía*, el alzado u *Ortografía* y la perspectiva o *Escenografía*².

Tras estar durante mucho tiempo olvidado, el proyecto como instrumento de concepción, definición y transmisión de la arquitectura reapareció con fuerza en la época renacentista, cuando el arquitecto se convirtió en un humanista que trabajaba en su estudio y tenía que transmitir sus diseños a los obreros para que los ejecutaran. Esta división técnica del trabajo necesitaba un instrumento que reflejara la concepción del edificio y la comunicara a los diversos oficios que participaban en la puesta en obra: «El nuevo arquitecto, que no iba a estar trabajando en la cantera ni siempre presente en el lugar de la edificación, necesitaba dar a sus obreros instrucciones precisas. (...) El arquitecto empezó a fiarse de las maquetas y, cada vez más, de los dibujos para comunicar sus diseños a los constructores»³.

El instrumento más utilizado para la transmisión del proyecto en la arquitectura renacentista es la maqueta o modelo, y los grandes arquitectos italianos del Renacimiento como Filippo Brunelleschi, León Battista Alberti, Francesco di Giorgio, Donato Bramante, Giuliano y Antonio da Sangallo, o Miguel Ángel Buonarroti fueron grandes constructores de maquetas⁴. Incluso entrado el siglo XVII, Vincenzo Scamozzi seguía defendiendo en su tratado la construcción de maquetas⁵. En la España renacentista también hubo una predilección por la maqueta en las grandes obras, como la Catedral de Granada, el Palacio de Carlos V, la Catedral de Málaga, la Giralda o El Escorial⁶.

En la construcción de fortificaciones encontramos asimismo en el siglo XVI una clara predilección por la maqueta: «La construcción de maquetas, llamadas “modelos”, fue práctica habitual, y todas las grandes empresas de fortificación tuvieron una»⁷. Cristóbal Lechuga, a comienzos del siglo XVII todavía confía la representación del proyecto a la planta y la maqueta:

Sabidas las medidas y partes que ha de tener una fuerza, lo primero que debe hacer el que quisiere fabricarla, es hacer la planta en papel tan cumplida de baluartes, traveses y plataformas que quisiere tenga, y sean necesarias con su escala, para que no se pueda errar y dando el tiempo lugar, que por la de líneas se haga relevada de madera, piedra blanca, cartón o de alguna composición, porque todo lo que ha de tener se vea mejor⁸.

La utilización del dibujo como instrumento principal de concepción y transmisión del proyecto fue propuesta de nuevo por Rafael Sanzio⁹, recuperando la tradición vitruviana

clásica de las tres proyecciones, frente a la corriente renacentista de las maquetas. El arquitecto y pintor de Urbino, sin embargo, adaptó los preceptos vitruvianos a la sensibilidad de su época, dando más importancia a la sección que a la perspectiva. En la carta que escribió al papa León X, expresaba por primera vez con claridad el método empleado para concebir y transmitir el pensamiento arquitectónico mediante la representación total del edificio a través de planta, alzado y sección: «Así pues, el dibujo de los edificios pertinente al arquitecto se divide en tres partes, de las cuales la primera es la planta, es decir el dibujo plano. La segunda es la pared de fuera con sus ornamentos. La tercera es la pared de dentro, también con sus ornamentos»¹⁰.

En nuestro país podemos apreciar a partir de finales del siglo XVI una preferencia por el plano dibujado como sistema de representación del proyecto. A ello debió contribuir la generalización de la producción de papel y las nuevas ventajas que aportaban la imprenta y el grabado como transmisores de las ideas arquitectónicas. De esta forma, el sistema de concepción y representación del proyecto a través de trazas y dibujos, con plantas, alzados y secciones, que se había ido desarrollando paulatinamente a lo largo de todo el siglo XVI, se convirtió a partir de la obra de Herrera en El Escorial, en el sistema habitual de comunicación del arquitecto, y en la seña de identidad de su trabajo profesional¹¹.

El conjunto de vistas que Vitruvio había establecido en su tratado, constituyó en lo sucesivo una referencia constante para el dibujo arquitectónico. Así, Vincenzo Scamozzi utilizó en su tratado las tres vistas vitruvianas:

Los dibujos, que los antiguos llamaron Graphidi, es decir, descripciones de líneas, como dice Vitruvio, son aquellos mediante los que explicamos a otros nuestra voluntad, y según nosotros no son más que de tres suertes: la planta, o superficie; el alzado o fachada; y el perfil, y estos dos sirven para la elevación del cuerpo del edificio: y esta es una vía infalible para conocer todas las cosas naturales y artificiales, y también las celestes: de forma que tanto lo uno como lo otro muestra claramente a los sentidos casi todas las cosas en su auténtica semejanza, y faltas sólo de corporeidad, la cual se espera de la maqueta. De modo que mediante el dibujo se expresa muy fácilmente todo aquello, que no puede hacer la multiplicidad de las palabras expresadas, o escritas en papel; y por ello con razón se puede decir, que es más un regalo celestial de Dios, que cosa descubierta por el ingenio humano¹².

Sin embargo, en la tratadística española no aparece la referencia a las vistas vitruvianas hasta bien entrado el siglo XVII, de forma incompleta en el tratado de Vicente Mut¹³, y de forma más definida en el de José Zaragoza. Este autor incorpora esta tradición, debido a su formación humanista, pero a la vez la limita, ya que considera que la perspectiva no es apropiada para los ingenieros. Dice así el ilustre profesor de matemáticas:

La descripción de las plazas es en tres maneras. Ignographia, Orthographia y Scenographia. Ignographia es la planta o descripción de los fundamentos de toda la obra, con las medidas justas de la longitud y latitud de sus partes. Orthographia es descripción de un pedazo de la obra, con las medidas de lo alto, ancho y profundo, suponiendo que todo lo demás guarda el mismo estilo: llámase Perfil. Scenographia es descripción de la obra con su longitud, la-

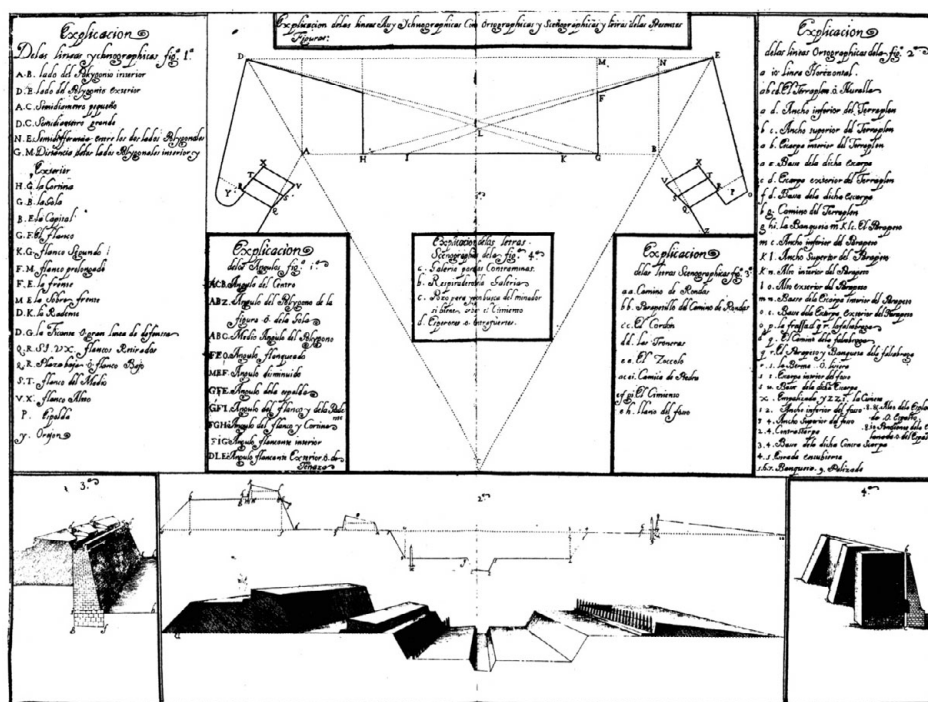


FIG. 1 Explicación de las líneas ignográficas, ortográficas y scenográficas. Escuela de Palas, ó sea, Curso Mathematico. Imprenta Real, Milán, 1693. Libro I, p. 3.

titud, altura, y profundidad, como se representa a la vista de un punto determinado y arbitrario: llámase Perspectiva y es compuesta de la Ignographia y Orthographia. Esta descripción es curiosa y muy hermosa a la vista y algunas partes se explican mejor con ella, pero no es necesaria para el Ingeniero¹⁴.

A partir de ese momento fue muy frecuente la inclusión de la triada vitruviana en los tratados de fortificación, si bien con algunas variaciones. Así, en la *Escuela de Palas* se añade una vista, la delineación, o expresión geométrica del proyecto y se divide la perspectiva en caballera y rigurosa:

La Delineación es la descripción de las líneas, y ángulos de la Figura, esto es la línea sola de todo su recinto exterior. La Ichnographia es la Planta, con todas las partes de la Fortificación constituidas en latitud, y paralelas al Horizonte. La Orthographia o Perfil es la Descripción de toda una Fortificación, que muestra lo alto, y ancho, que deben tener sus partes, cortándolas perpendicularmente al Horizonte. La Scenographia, o Perspectiva es la que enseña a representar en el papel todas las partes, tanto de la Delineación, Planta y Perfil sobrecitados. Divídese en Scenographia Caballera y Rigurosa. La Caballera es la que se ven y levantan igualmente las partes, que se corresponden entre sí. La Rigurosa es la que sus partes de longitud van al punto del centro y las de latitud al de distancia¹⁵ (fig. 1).

También Tomás Vicente Tosca en su *Compendio Matemático* describe las tres vistas vitruvianas, aunque hace referencia a ellas en el tratado de Arquitectura Militar y no en el de Civil. Siguiendo a Zaragoza, considera que la perspectiva sirve solo para curiosidad:

La majestad, firmeza y hermosura de un edificio consiste en una acomodada distribución de su plano, proporcionada elevación de sus cuerpos y buena repartición de los ornatos que le hermosean. A todas estas tres causas debe especialmente atender el que edifica: porque no solo se pretende que las obras deleiten la vista y sean perpetuas, sino también que sean acomodadas a nuestro uso¹⁸.

En el tratado de Christian Rieger, publicado en 1753, es donde por primera vez se establecen con claridad los instrumentos gráficos del proceso y de la representación del proyecto, mediante siete proyecciones, que incluyen, además de la clásica tríada vitruviana, cuatro nuevas vistas:

Una Idea o representación simple sin escala, correspondiente al estado de croquis de ideación; una Prothographía o representación esquemática con escala, que correspondería a un estadio intermedio de elaboración mediante adecuación a medidas y módulos; una Intersección, Orthographía interna, o perfil y finalmente, Orophegraphía, o planta invertida. De esta forma los estadios iniciales de definición son incluidos en los documentos del proyecto, y las vistas tradicionales de planta, alzado y perspectiva, son completadas con la sección y la planta invertida¹⁹.

En este proceso puede advertirse una regulación y normalización que coincide con la extensión del dibujo, a partir del siglo XVII, como instrumento de concepción y transmisión del proyecto y de transformación de la realidad. De esta forma se convertirá en uno de los más potentes instrumentos de poder político:

El dibujo siempre fue uno de los medios de los que el poder se sirvió para conocer e interpretar lo que existía, y por consiguiente para poder decidir sobre cómo intervenir en la realidad de un territorio o de su defensa. Fue un arma en manos de los ingenieros, que además es clave para explicar el triunfo de estos profesionales en el Renacimiento, y que éstos pusieron al servicio de sus señores²⁰.

EL PROYECTO DEL ARQUITECTO Y EL PROYECTO DEL INGENIERO MILITAR

Aun cuando la base teórica y el método de representación son compartidos por los arquitectos y los ingenieros militares, y hay evidentes semejanzas y paralelismos en sus obras, resultado de una tradición compartida, podemos apreciar algunas diferencias en el uso que ambos hacen de la representación en las labores de concepción y transmisión del proyecto. Estas diferencias pueden establecerse tanto en relación a la diversa forma de utilización de las vistas vitruvianas, como en otras características propias de los dibujos.

Así podemos apreciar, en primer lugar, cómo existe una preponderancia en la representación de la planta en el dibujo de los ingenieros militares, frente a una mayor atención al alzado en el caso de los arquitectos. Esta circunstancia está sin duda ligada al ca-

rácter más figurativo de la obra arquitectónica, en la que las proporciones, los órdenes y la iconografía tienen un papel más relevante, como instrumentos que definen su carácter simbólico. El proyecto de fortificación, por el contrario, suele ser más abstracto, contiene menos referencias formales y está más relacionado directamente con el terreno (fig. 3).

En segundo lugar, podemos apreciar que, mientras el arquitecto interpreta con frecuencia la tercera vista vitruviana de forma literal para construir la perspectiva, el ingeniero militar utiliza con mucha mayor frecuencia la variante propuesta por Rafael, representando la sección, que aporta más definición y precisión al proyecto. De hecho, varios autores de tratados de fortificación consideran que la perspectiva no es útil para definir el proyecto y no tiene obligación de hacerla el ingeniero militar²¹.

Finalmente, encontramos en los dibujos de los arquitectos numerosas representaciones del espacio interior, en perspectiva, mientras que en el caso de los ingenieros son raras. Como en la apreciación anterior, esta circunstancia denota en los arquitectos una mayor preocupación por la conformación del espacio, que suele estar ausente en el proyecto de los ingenieros militares, más enfocado a resolver problemas funcionales.

Además de estas diferencias en la utilización de las vistas vitruvianas, podemos establecer unas claras diferencias en la representación, que provienen del empleo de una técnica diversa en la concepción y elaboración del proyecto. La primera de estas diferencias es la precisión. Comparando los dibujos de ingenieros y arquitectos podemos constatar cómo en los primeros hay un grado de precisión en la definición del proyecto superior al de los segundos. Ello es explicable por la razón de que el arquitecto frecuentemente acababa de definir la obra en el proceso de construcción, mientras que el ingeniero que daba unas trazas, normalmente no participaba después en la puesta en obra de la fortificación, que era efectuada frecuentemente por otras personas, en ocasiones sin una especial formación constructiva (fig. 4).

El segundo factor que podemos percibir al comparar los dibujos de arquitectos e ingenieros es un muy diferente grado de complejidad. Mientras que la obra del arquitecto suele ser unitaria, y cuando no lo es, incluye la preexistencia en una nueva unidad, la del ingeniero está formada por la yuxtaposición de elementos diversos, frecuen-

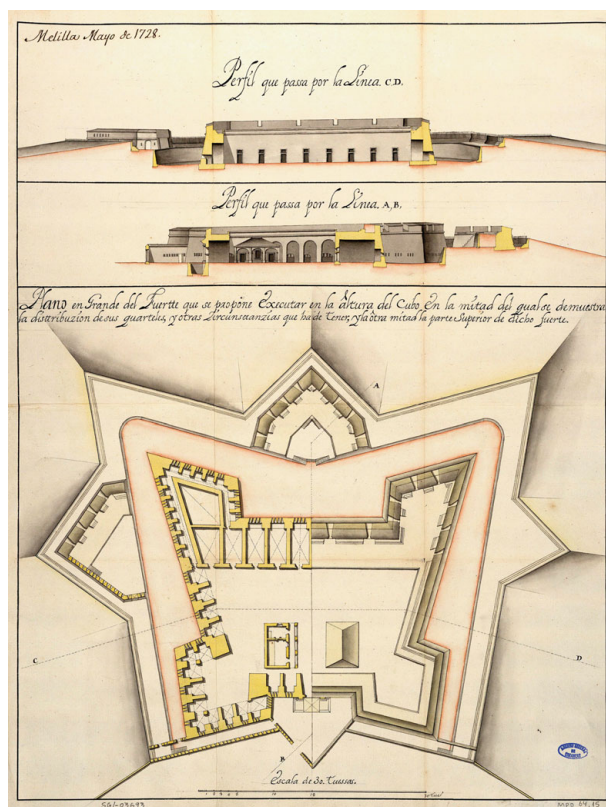


FIG. 3 JUAN DE LA FERRIÈRE Y VALENTÍN, «Plano en Grande del Fuerte que se propone executar en la altura del cubo». Melilla, 1728. Archivo General de Simancas, MP y D 64 015.

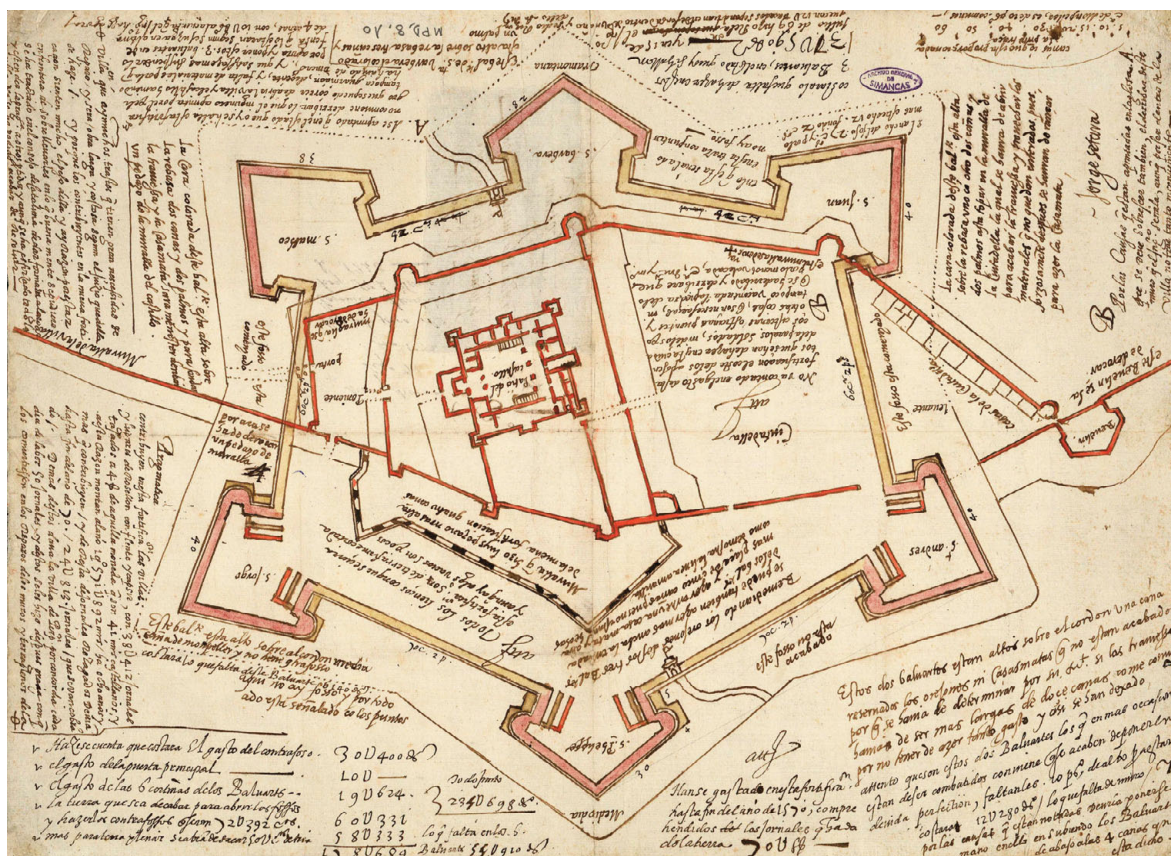


FIG. 4 JORGE SETARA, Trazo de la nueva fortificación de Perpignan, 1571. Archivo General de Simancas, MP y D 08 010.

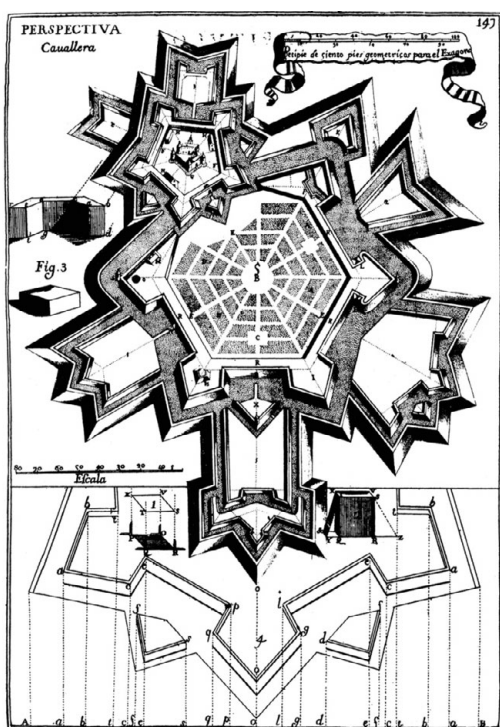


FIG. 5 Perspectiva caballera de una fortificación compuesta. Escuela de Palas, ó sea, Curso Mathematico. Imprenta Real, Milán, 1693. Libro I, p. 147.

temente realizados en momentos distintos, lo que dota a la obra de un alto grado de complejidad, como suma de fragmentos autónomos (fig. 5).

La tercera característica distintiva, y que está muy relacionada con la anterior, es la temporalidad. Mientras que la obra del arquitecto se concibe como una obra cerrada, construida y terminada en un momento concreto, la obra del ingeniero militar es una obra abierta, que recoge y hace suyas las construcciones anteriores y que se deja preparada para posteriores adiciones. Por esta razón, la señalización en los planos mediante colores de lo existente y lo proyectado es una constante en la representación del proyecto de fortificación (fig. 6).

Otro aspecto a resaltar es la diferente concepción espacial del proyecto. Mientras el arquitecto concibe en el espacio y trabaja

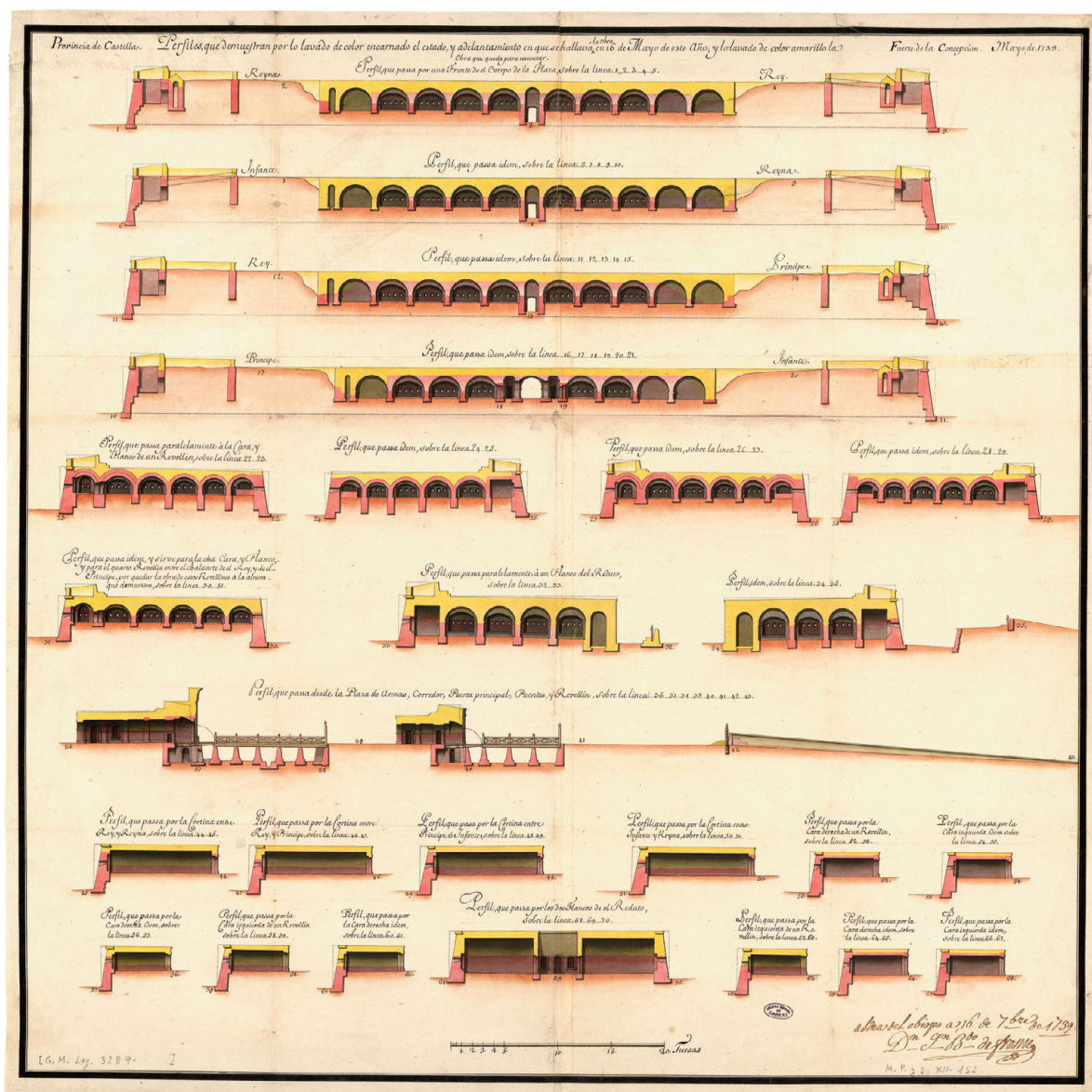


FIG. 6 «Fuerte de la Concepción. Perfiles que demuestran por lo lavado de color encarnado el estado, y adelantamiento en que se hallaba la obra en 16 de Mayo de este año». Archivo General de Simancas, Material cartográfico, MP y D 12, 152.

con él, el ingeniero está comúnmente más preocupado en su diseño por la función de los distintos elementos, lo que condiciona que el dibujo del ingeniero sea más geométricamente determinado, y utilice preferentemente las proyecciones diédricas, mientras que el dibujo del arquitecto representa el espacio de una forma más libre mediante la perspectiva (fig. 7).

Finalmente destacaríamos la diferente escala de actuación entre el proyecto del arquitecto y el del ingeniero. Mientras el primero trabaja generalmente a una escala de edificio, el segundo elabora sus proyectos en un ámbito territorial, lo que supone una escala de representación diversa y una muy diferente forma de incluir el entorno de la obra (fig. 8).

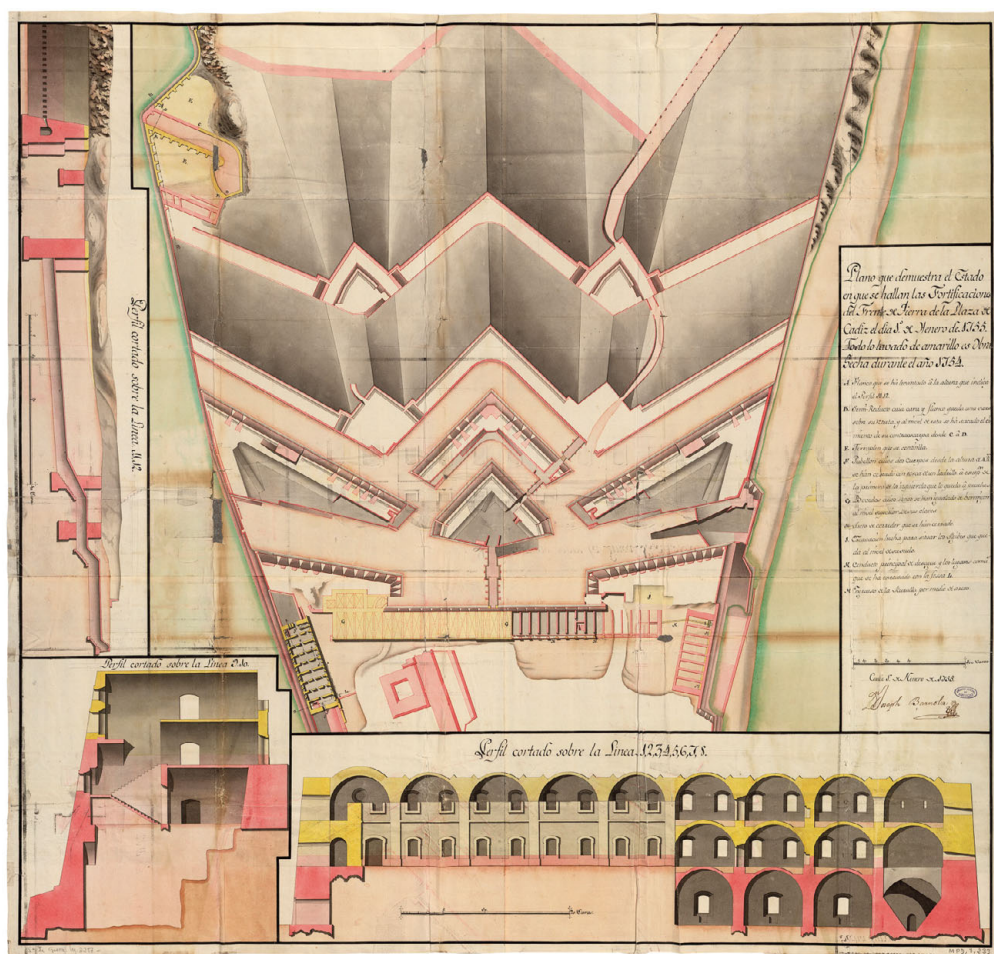


FIG. 7 JOSÉ BARNOLA, «Plano que demuestra el estado en que se hallan las Fortificaciones del Frente de Tierra de la Plaza de Cádiz el día 1º de Enero de 1755». Archivo General de Simancas, MP y D 07 233.

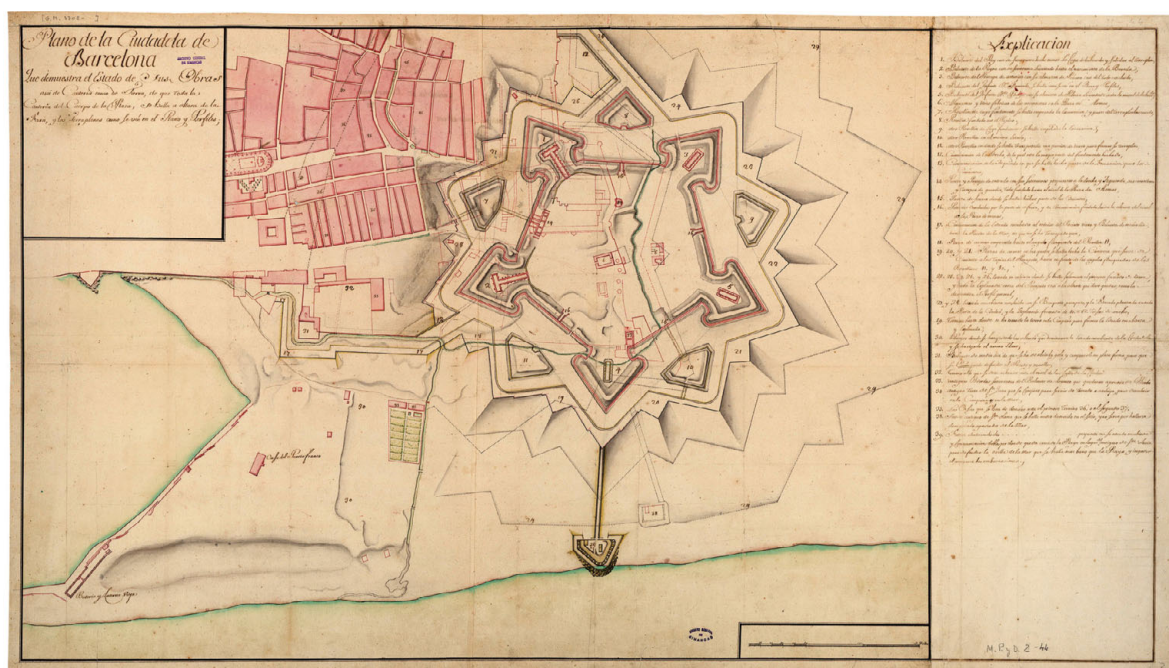


FIG. 8 JORGE PRÓSPERO VERBOOM, «Plano de la ciudadela de Barcelona que demuestra el estado de sus obras», 1716. Archivo General de Simancas, MP y D 02, 044.

EL PROYECTO DE FORTIFICACIÓN EN EL SIGLO XVI COMO PROCESO INDUCTIVO ANALÍTICO

Una vez analizadas las diferencias entre el proyecto y la representación que de él realizan arquitectos e ingenieros militares, vamos a centrarnos en la obra de los segundos, para intentar establecer la evolución que experimenta el proceso de proyecto entre los siglos XVI y XVIII, a partir del estudio de los proyectos y de los tratados de fortificación.

La evolución del armamento y de las técnicas bélicas, a partir de la invención de la pólvora, fue mucho más rápida que el desarrollo de las técnicas constructivas, por lo que la arquitectura militar, para adaptarse a los cambios de la poliorcética, experimentó una rápida y continua transformación entre los siglos XVI y XVIII, que afectó mucho más a su morfología y a su disposición en el terreno que a las técnicas y sistemas constructivos.

Si analizamos los escritos y las obras realizadas a lo largo del siglo XVI, podemos apreciar en este momento de conformación de la arquitectura militar moderna un gran interés por las condiciones del lugar y del terreno como elementos determinantes del proyecto. Ello es propio de una época en la que la fortaleza desciende de los montes o las colinas, en donde se había situado el castillo medieval, para irse paulatinamente asentando en el terreno llano. Pietro Cataneo escribió en sus *Cuatro libros de Arquitectura*: «*Nascono molti dispareri tra gli'ingegneri o Architetti di guerra, qual sia più sicura o la città posta nel monte, o quella nel piano edificata, & qual di quelli dua siti sia più forte, più bello & di minore spesa*»²².

En ese momento se planteaba el proyecto de fortificación como un proceso inductivo que partía de la consideración de las circunstancias y características del terreno sobre el que había de asentarse. Luis Escrivá, en su *Apología en excusación y favor de las fábricas del reino de Nápoles*, decía: «como ningún lugar hay que totalmente sea como el otro, así variamente se deben las fortalezas á los lugares acomodar»²³.

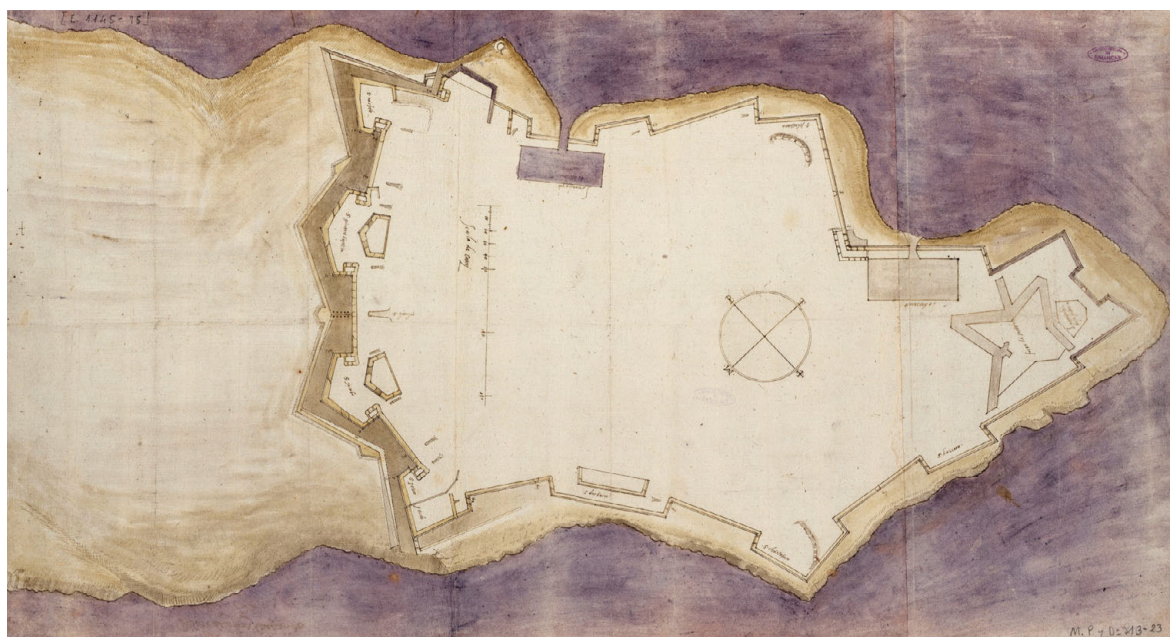


FIG. 9 Diseño de la fortificación de Isla de Malta, 1576. Archivo General de Simancas, MP y D 13, 023.

Esta concepción del proyecto como un proceso analítico que se desarrollaba a través del estudio de las características del terreno, conducía a una gran diversidad de soluciones. Así podemos leer en el manuscrito de Francesco de Marchi: «*Però Fortezza non è altro che ostacolo contra la forza del nemico le quali possono esser forti in molti modi*» y se refiere a una gran variedad de fortificaciones diversas: junto a un lago, en el monte, en el llano, en la marina, en un isla, etcétera.²⁴

En su tratado, Cristóbal de Rojas considera que en el ingeniero deben concurrir junto a conocimientos de matemáticas y aritmética, la capacidad para «saber reconocer bien el puesto donde se ha de hacer la fortaleza, o castillo, (...) porque, aunque sean de bronce las murallas y tengan las defensas y medidas con mucha proporción, si le falta el sitio, será cuerpo muerto, porque el alma de él consiste en el buen conocimiento del sitio»²⁵.

El proyecto de fortificación, en esta primera época, experimenta con soluciones diversas, cada una de ellas especialmente pensada para resolver los problemas específicos planteados en el proyecto y con los condicionantes propios de un lugar concreto. El proyecto se genera de esta forma desde el análisis de los condicionantes específicos, sin disponer de modelos preconcebidos que imitar (fig. 9).

Los dibujos que representan el proyecto están aún poco normalizados y en su mayor parte no pasan de ser «rasguños» o bocetos, sin una escala clara, frecuentemente a mano alzada y en ocasiones mezclando las representaciones en planta y alzado. Posiblemente en su mayor parte, la representación del proyecto y su capacidad de comprobación y transmisión eran aún confiadas a la maqueta (fig. 10).

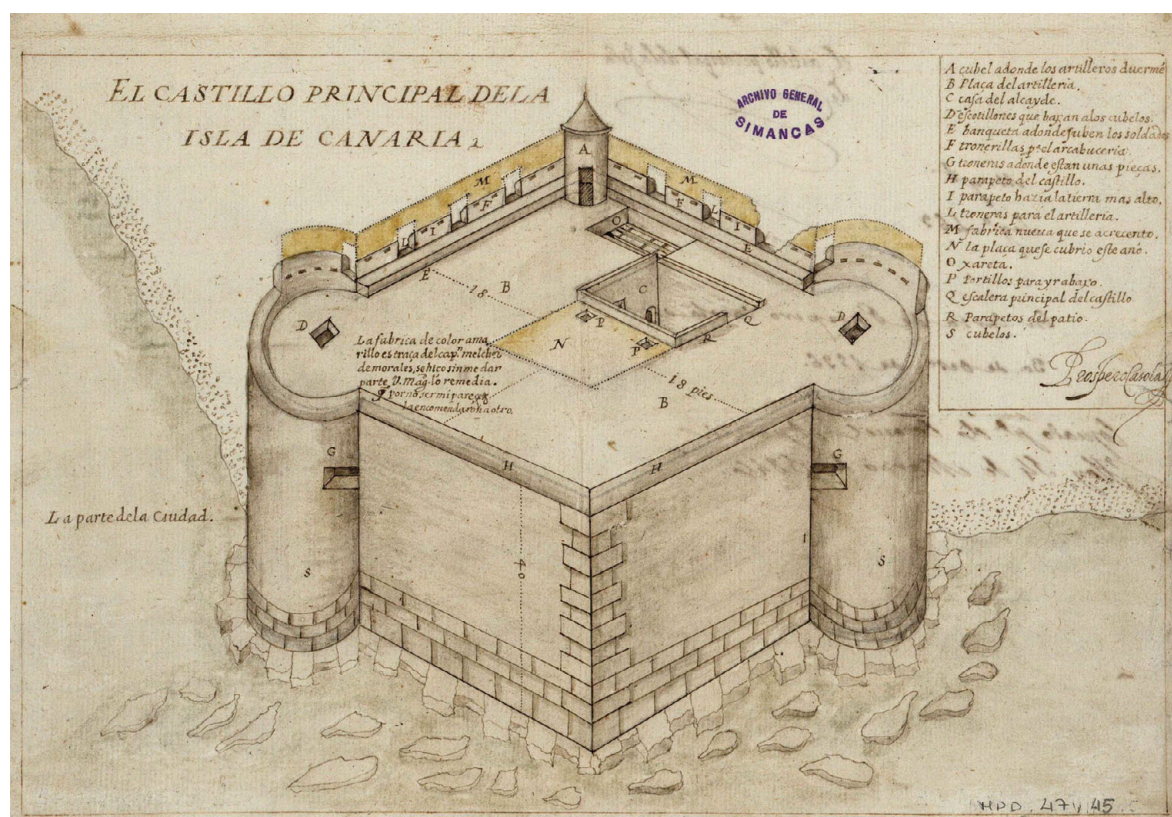


FIG. 10 El castillo principal de la isla de Canaria, 1596. Archivo General de Simancas, MP y D 47, 045.

EL PROYECTO DE FORTIFICACIÓN EN EL SIGLO XVII COMO PROCESO DEDUCTIVO SINTÉTICO

Conforme el proyecto de fortificación se desarrollaba, el interés por las condiciones iniciales del terreno para el proyecto fue perdiéndose y se fueron afianzando modelos geométricamente predeterminados que se aplicaban en cualquier circunstancia, haciendo *a posteriori* las adaptaciones necesarias. Ello supuso el abandono de la elaboración inductiva del proyecto, y su sustitución por un proceso deductivo que partía de los modelos previamente fijados, con una utilización neoplatónica de la idea como germen generador del proyecto.

Así, Diego González de Medina Barba, en su *Examen de Fortificación*, consideraba la fortificación pentagonal la más adecuada:

Señor, muchas formas se le pueden dar, y de muchas han variado los que antiguamente han puesto esto en ejecución, como son en triángulo, cuadrangular, pentagonal, sexágono y de muchos más ángulos, iguales las cortinas y de trapecios, que son muchos lados desiguales: pero de todas estas figuras, la que yo eligiera por la mejor para lo que se me pide sería la forma pentágona²⁶.

El mismo autor aún no valoraba como necesarias las obras exteriores: «No he dejado de poner y nombrar los revellines, caballeros y rocas de homenaje, por no me haber acordado de ellos, sino por no tenerlos por tan buena fortificación como los demás miembros que he nombrado».²⁷ Sin embargo, tanto Vicente Mut como Alonso de Zepeda, medio siglo más tarde, incluían en sus respectivos tratados revellines, medias lunas, tenazas y hornabeques, y el primero de ellos afirmaba: «El modo de la guerra se encuentra hoy tan adelantado, que es sumamente dificultoso mantener una plaza si no está fortificada con una obra más afuera del foso»²⁸.

También en el tratado de Antoine de Ville podemos apreciar cómo se considera que la concepción del modelo o tipo es previa a la consideración de los condicionantes particulares:

*C'est chose commune à tous Arts, qu'avant que commencer l'ouvre, l'Artiste fait premierement un Modelle, ou Type, sur lequel il voit les commodités et incommodités qui se trouvent à son dessein, accomode les defauts s'il y en a, et le travaille jusques qu'il l'a réduit a sa perfection, pour s'en servir d'exemplaire qui le guide jusques à l'acomplissement de son ouvrage*²⁹.

La diferencia de método con la época anterior se puede comprobar en la distinción que hacen los tratados entre fortificación regular e irregular y la consideración de la primera como la obra canónica y la segunda como un producto imperfecto:

Plaza cubierta y flanqueada, y que flanquea regularmente, es aquella que tiene todos los lados, y ángulos iguales y así mismo los baluartes constituidos sobre ellos y consiguientemente todas las demás partes, que forman la plaza en la misma proporción, y todas en igual defensa, para la obstinada resistencia contra el enemigo. Si falta alguna de estas cosas, ya es irregular, esto es, que excede o falta en las Reglas de la Arquitectura Militar³⁰.

En consecuencia, se consideraba que la fortificación irregular era tanto más perfecta cuanto más se aproximaba a la regular:

Fortificación se llama también la plaza fortificada, y es en dos maneras, regular e irregular. Fortificación regular es la que tienen todos los lados y ángulos iguales. Esta tiene el primer lugar en la estimación de todos, pues por ser sus lados y ángulos iguales, tiene la defensa uniforme. Fortificación Irregular es la que tiene los lados o ángulos desiguales: y en ella se han de observar los preceptos de la regular, en cuanto la disposición del terreno lo permitiere³¹.

Sin embargo, aun cuando la cultura idealista del siglo XVII interpretaba la fortificación regular como la obra perfecta, en la realidad era mucho más frecuente construir fortificaciones irregulares:

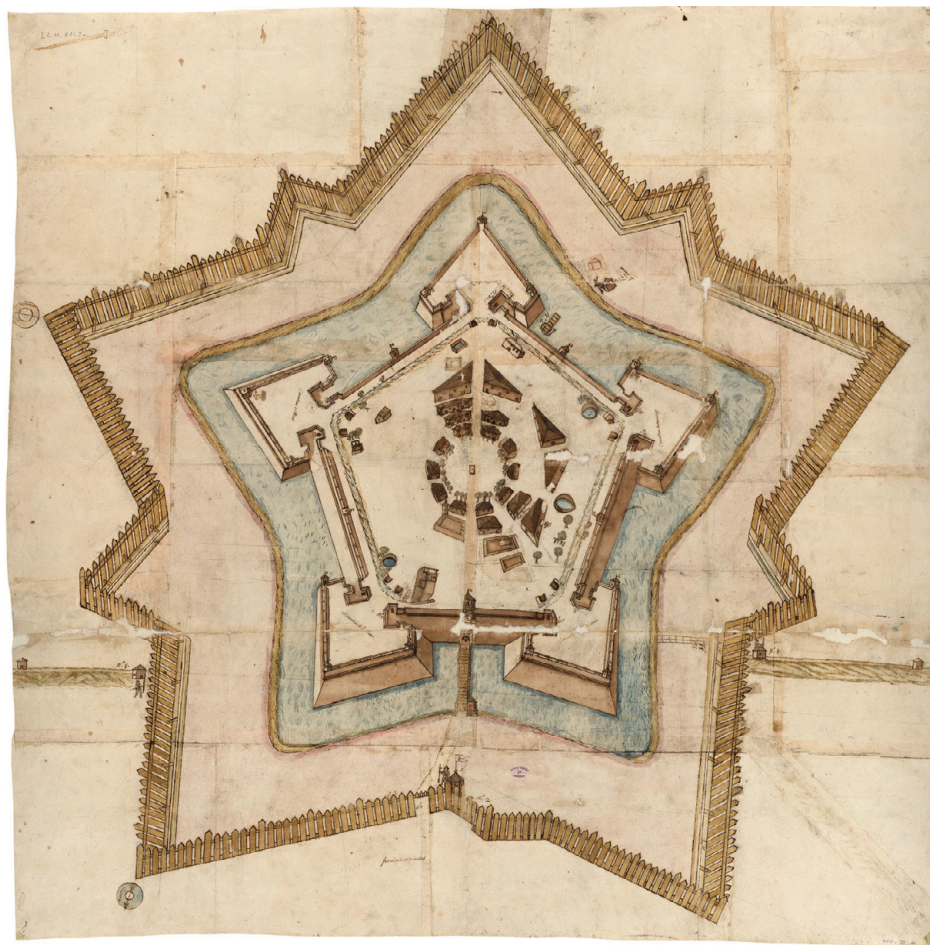
Antes de discurrir del modo de trabajar, me ha parecido deducir todo aquello, que se debe trabajar, y particularmente lo irregular, que es la parte más principal y más necesaria de la fortificación, porque el día de hoy las más veces se reparan, y fortifican las plazas antiguas; y son muy pocas las que se edifican de nuevo. Y así se procura para su mayor seguridad aproximarlas en proporción a lo regular; solicitando que aunque todo el cuerpo sea irregular, sean muchas partes de él regulares³².

Como consecuencia de esta concepción, en los tratados del siglo XVII se daba primordial importancia a la fortificación regular, considerando la irregular como una adaptación de la primera para los casos en los que no es aplicable en su forma pura. En consecuencia adquirieron gran relevancia las labores geométricas de construcción de los modelos de fortificaciones basadas en polígonos perfectos y las tablas de medidas para la aplicación directa de los modelos prediseñados, cuya presencia es abundante en los tratados de esta época.

Este concepto de la fortificación como aplicación de un modelo preestablecido puede entenderse como una manifestación de la cultura manierista y barroca, que desarrolla el proyecto a partir de las ideas puras, haciendo visible un universo imaginado, en lugar de partir de la Naturaleza y de las condiciones reales. La consecuencia de esta forma de elaboración creativa es que las construcciones así proyectadas generan grandes transformaciones de la realidad sobre la que se asientan.

La creación proyectual previa a la ejecución de la obra es algo común en esta época para todas las artes plásticas y se relaciona con la doctrina neoplatónica de las ideas, según ha estudiado Erwin Panofsky³³. Así Federico Zuccari distinguía entre diseño interno, el que se crea en la mente del artista, y diseño exterior o su manifestación formal y material³⁴. En arquitectura, Vincenzo Scamozzi consideraba la idea como elemento generador del proyecto en su tratado titulado *Dell'idea della Architettura Universale*, publicado en 1615³⁵. También el pintor Francisco Pacheco, maestro y suegro de Diego Velázquez, expresó en sus *Diálogos de la Pintura*, la necesidad de un modelo intelectual previo a la ejecución de la obra³⁶.

FIG. 11 Plano de la ciudadela de Pamplona y de sus fortificaciones, 1635. Archivo General de Simancas, MP y D 22 016.



En cuanto a la representación del proyecto, podemos apreciar en el siglo XVII una progresiva adecuación a las reglas de la geometría y la extensión de la utilización de la escala, así como la orientación de los planos y la separación de las vistas en planos diferentes. Sin duda, en esta evolución técnica debió de influir la existencia de la Academia de Matemáticas que fundó Felipe II y las posteriores enseñanzas impartidas desde el Colegio Imperial³⁷, así como el desarrollo de la tratadística, que desde el libro de Cristóbal de Rojas hacía especial énfasis en el dominio de la geometría.

Así vemos cómo los trazados de las fortificaciones se realizan en esta época de acuerdo con las normas geométricas, extendiéndose la representación según las proyecciones diédricas. Comienza a existir una separación gráfica entre obra realizada y proyecto, expresada mediante colores y explicada en la leyenda, al no estar aún normalizada. Finalmente podemos apreciar que aún tiene escasa presencia el entorno de la obra y el territorio circundante (fig. 11).

A finales del siglo XVII se puede apreciar en los tratados de fortificación la formulación de una multiplicidad de modelos, que recogen las propuestas de distintos autores. Este eclecticismo, aunque no renuncia a la predilección por la geometría, cuestiona la imposición de las formas puras y va confiando cada vez más en la formulación de reglas que pueden ser cumplidas con sistemas diferentes. Ello coincide con una ampliación y exten-

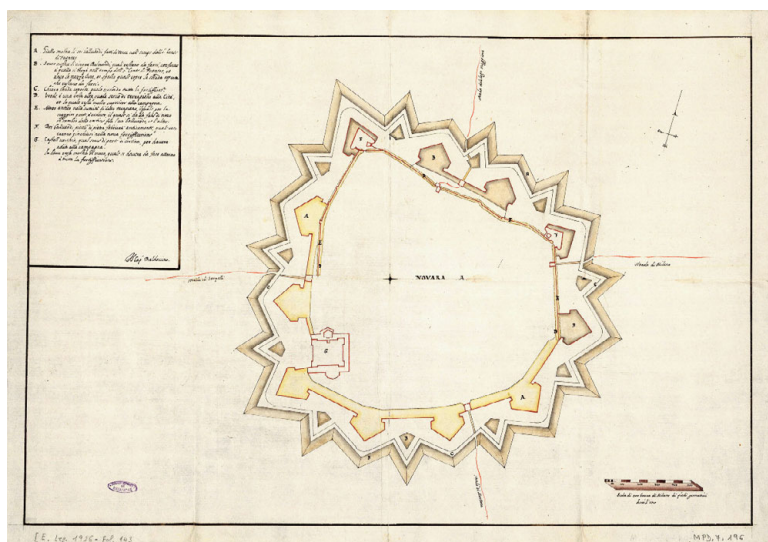


FIG. 12 Novara, 1622. Archivo General de Simancas, MP y D 07 196.

sión en el terreno de la fortificación siguiendo las enseñanzas de Vauban. La diversidad de modelos y la aparición de las reglas o máximas para el diseño de fortificaciones anuncian el nuevo periodo de la arquitectura militar (fig. 12).

EL PROYECTO DE FORTIFICACIÓN EN EL SIGLO XVIII COMO PROCESO INDUCTIVO REGLADO

A partir de comienzos del siglo XVIII, conforme la fortificación va extendiéndose sobre el terreno, con numerosas obras exteriores, comienza a perderse la visión idealista del modelo canónico y a reconocerse la diversidad de casos y la necesidad de adaptación a un terreno cada vez más amplio. Ello coincide con la creación del Cuerpo de ingenieros y la extensión de la formación especializada en las Academias, primero en Bruselas, y posteriormente en Barcelona, Orán y Ceuta³⁸.

Frente al proyecto entendido por la cultura manierista y barroca como un proceso intelectual que utilizaba modelos o ideas prefijados y los adaptaba a la realidad, podemos apreciar cómo en el siglo XVIII, coincidiendo con el nacimiento y la extensión de la Ilustración y el desarrollo del neoclasicismo, se experimenta un progresivo abandono de la corriente neoplatónica de las ideas y un desplazamiento hacia un concepto más analítico e inductivo del proyecto, lo que produce una mayor atención a los condicionantes previos y un creciente interés por regular y normalizar el proceso de creación.

El proyecto adopta en este proceso un sistema único de representación: así en la Real Ordenanza e Instrucción de 4 de julio de 1718 se ordena claramente la obligación de hacer un proyecto completo y reglado:

cuando se ofreciere hacer alguna obra nueva, que se considere precisa para el resguardo de la Plaza, o para otro fin de mi servicio, o del bien público, que son inseparables, ordene el Capitán General, o Comandante General de la Provincia al Ingeniero Director, o principal que sirviere en ella, reconozca la obra, y forme un Proyecto, Planos, Perfiles, Elevación, y Relaciones, que expliquen por menor su consistencia, y los motivos que hay para ejecutarla, como también la situación del terreno, y todas las demás circunstancias que conviniere tener presentes para el acierto de la obra que se propusiere³⁹.

En la enseñanza, aun cuando la fortificación irregular sigue explicándose a partir de la regular, ya no es considerada un producto imperfecto. Fernández de Medrano dice en su tratado:

Divídese la fortificación en regular, e irregular, en real, y de campaña. (...) Fortificación regular llamamos a la que tiene todas sus líneas y ángulos semejantes iguales; e irregular a la que en algo carece de esta igualdad; de que trataré después de haber dado noticia de la regular, la cual facilita y da la inteligencia para la comprensión de la irregular⁴⁰.

También se puede apreciar una vuelta a la atención de los condicionantes del terreno sobre el que se asienta, como se manifiesta en el tratado de Lucuze: «Así una buena elección para la Fortaleza pide un examen serio, juicioso y circunspecto de todas las ventajas y defectos, que pueden resultar favorables o contrarios a la buena defensa y al fin de su construcción»⁴¹.

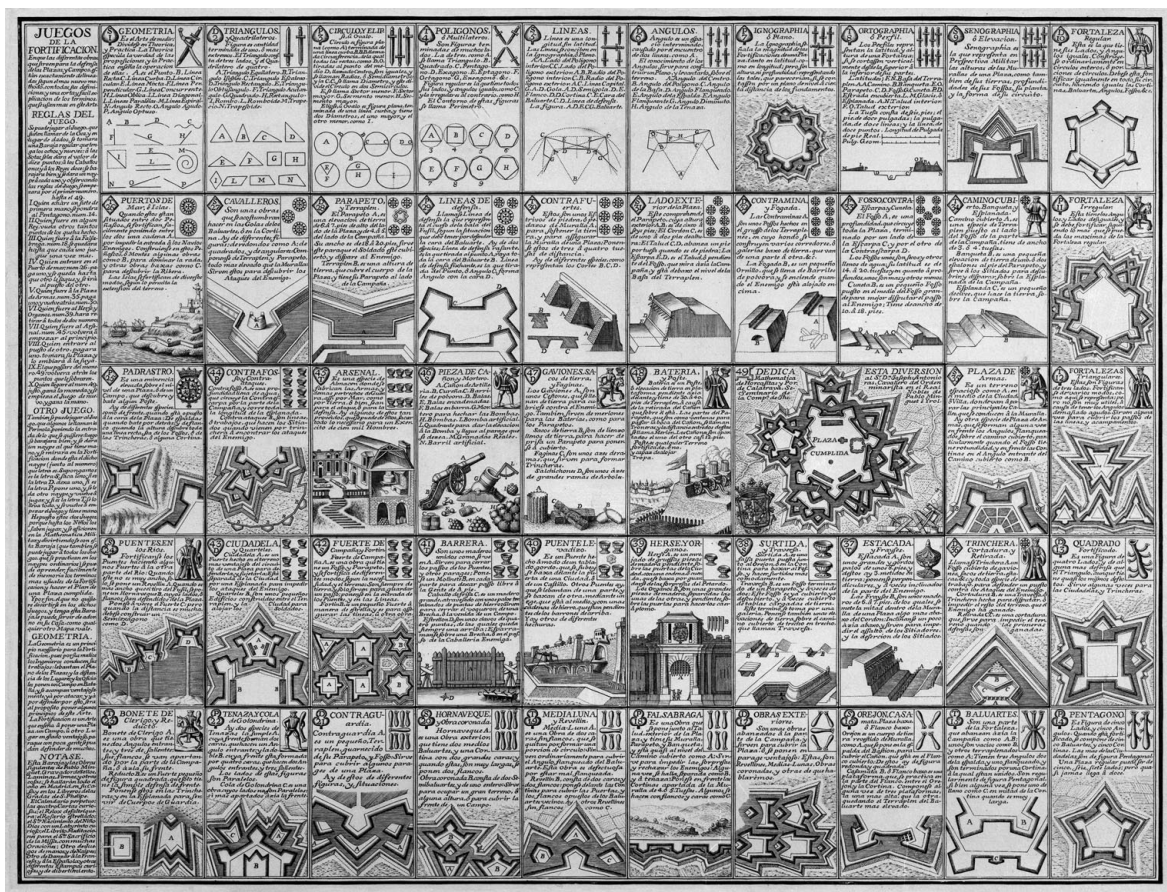
Mucha más importancia tiene a partir de este momento la regulación del proyecto mediante normas y máximas que son aplicables a cualquier caso y a las que se confiará el éxito del proyecto⁴². Al respecto escribía Tomás Vicente Tosca:

El fin y blanco de la Arquitectura Militar es fortificar de tal suerte una plaza, que los que estuvieren dentro de ella, estén seguros, y que pocos puedan defenderse y pelear contra muchos: todo lo cual se reduce á flanquearse y cubrirse. (...) Para conseguir estas dos cosas, se deben observar las máximas, que se explicarán en este libro, las cuales debe tener el Ingeniero muy presentes, por estribar en ellas todo el Arte de Fortificación⁴³.

Las reglas generales o máximas para la fortificación comenzaron a aparecer en los tratados españoles a mediados del siglo XVII, en muchos casos solo para la fortificación irregular o para las obras exteriores, aunque ya existían en los tratados franceses desde los tiempos de Errard de Bar-le-Duc. En el tratado de Vicente Mut aparecen veinticuatro principios o axiomas para la fortificación irregular⁴⁴, Alonso de Zepeda incluye veintidós máximas y en el libro de José Zaragoza se consignan nueve reglas generales para las obras exteriores y seis para la fortificación irregular, aunque termina reconociendo que «no se pueden dar reglas generales para lo que puede suceder, que es infinito»⁴⁵.

En la *Escuela de Palas*, ya terminando el siglo XVII, se incluyen veintiocho reglas generales⁴⁶, en un intento de normar completamente el proyecto de fortificación. Fernández de Medrano las reduce a quince⁴⁷ y Tomás Vicente Tosca a trece máximas. Según avanza el siglo XVIII las reglas van simplificándose, conforme se abandona el modelo regular y las fortificaciones son más amplias. Félix Prósperi enuncia siete máximas⁴⁸, Manuel de Centurión define cuatro máximas generales y otras cuatro complementarias⁴⁹, y Pedro de Lucuze reduce a seis las generales, con otras siete para obras exteriores.

Existe una gran diferencia entre las series de máximas, principios o reglas que ofrecen en sus tratados los distintos teóricos de la fortificación, pero hay algunas que son reconocidas por casi todos, como que todo punto de la fortificación debe ser flanqueado y defendido; que todos sus elementos deben ser fortificados; que el ángulo flanqueado



debe estar entre 90° y 60° ; que cualquier fortaleza debe acercarse en su diseño lo más posible a la regular; que la fortaleza es mejor cuanto menos baluartes tenga; que las obras exteriores deben ser más bajas y vistas desde las interiores; que la línea de defensa no debe ser mayor que el tiro de mosquete, y que las golias deben ser suficientemente amplias.

Fernández de Medrano termina la relación de sus quince máximas resaltando las que cree imprescindibles:

Todas ellas máximas se han de observar en la fortificación siempre que hubiere lugar, pero en todo caso se han de tener por inviolables las que dicen que el ángulo flanqueado no baje de 60 grados, ni la cortina de 300 pies, como la línea de defensa que no pase de mil, y las que enseñan que toda fortificación exterior esté dominada de la interior y que cualquiera parte de la fortificación esté vista y defendida de otra, las demás pueden faltar por conformarse con el terreno⁵⁰.

El entendimiento de la poliorcética como una materia sujeta a unas normas estrictas lleva a su utilización como un instrumento lúdico en el grabado que Pablo Minguet e Yrol imprime en Madrid en el año 1752 y que titula *Juegos de la fortificación*. Este curioso

FIG. 14 PEDRO MOREAU, «Plano del Real Fuerte de la Concepción, Reducto de San Joseph y su comunicación», 1745. Archivo General de Simancas, MP y D, 13, 121.

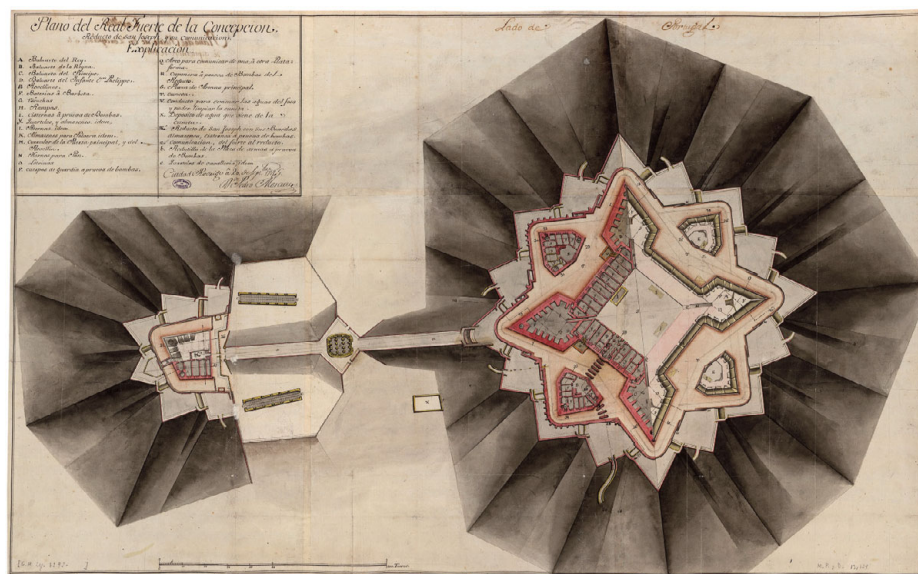


FIG. 15 «Plano de la Plaza de Jaca y su ciudadela con el Proyecto para ponerla en una regular defensa», 1759. Archivo General de Simancas, MP y D 53, 008.

grabado permite ser utilizado como instrumento didáctico, como panel de juego, como baraja o como conjunto de ilustraciones al texto que con el título *Arte general de la guerra* editó el propio autor⁵¹ (fig. 13).

Los planos de fortificaciones del siglo XVIII cuentan ya con una aplicación sistemática de la técnica gráfica depurada en los dos siglos anteriores. Las representaciones son precisas, la separación entre obra preexistente y proyecto es nítida y la representación del terreno es detallada y acompaña siempre al diseño de las fortificaciones. Los planos de fortificaciones se convierten ya en una representación topográfica detallada del territorio (figs. 14 y 15).

CONCLUSIONES

El estudio de los tratados y las construcciones de fortificación realizadas entre los siglos XVI y XVIII por los ingenieros militares y su comparación con las obras de los arquitectos nos permiten apreciar una tradición cultural compartida en técnicas y sistemas de representación, pero también constatar unas esenciales diferencias en los procesos de concepción, elaboración y representación de la obra.

Así puede advertirse en los proyectos de fortificación una preeminencia de la planta sobre el alzado, una casi inexistencia de la perspectiva, que es sustituida por la sección y una casi total ausencia de representación del espacio interior. Por otro lado, las representaciones de los proyectos de arquitectos e ingenieros militares se distinguen en los aspectos de precisión, complejidad, temporalidad, espacialidad y escala, como consecuencia de dos diferentes procesos de elaboración del proyecto, de distintas formas de construir y de una diferente función social.

Analizando posteriormente la evolución de los tratados y de la representación de los proyectos de fortificación, podemos establecer que un proceso inductivo analítico predominante en el siglo XVI, evoluciona hacia un proceso deductivo idealista de raíces neoplatónicas en el siglo siguiente, si bien a partir de mediados de siglo ya se van imponiendo normas que desembocarán en el siglo XVIII en un proceso nuevamente analítico, pero reglado.

Este proceso se desarrolla de forma paralela a la evolución de la propia fortificación, que descenderá de los lugares elevados para asentarse en el terreno llano en el siglo XVII y expandirse posteriormente hasta fundirse con la realidad geográfica del territorio.

La representación gráfica del proyecto trazará un recorrido consecuente, partiendo de representaciones no normalizadas y subjetivas en el siglo XVI para irse adaptando a las reglas y trazados de la geometría en la centuria siguiente y finalmente devenir en un sistema totalmente regulado y codificado en sus diferentes partes y en la forma de representación, que incluye también el territorio en torno de los proyectos en el siglo XVIII.

Cuando a comienzos del siglo XIX cambien las técnicas bélicas y las batallas sean libradas en espacios abiertos por ejércitos mucho más numerosos, la fortificación de la Edad Moderna habrá dejado de cumplir su misión y poco a poco irá desapareciendo, dejando un patrimonio histórico que es la manifestación de la política defensiva y de las tácticas bélicas, pero también de una técnica muy elaborada y de la forma de pensar y de construir de una civilización.

- * Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i *El dibujante ingeniero al servicio de la monarquía hispánica. Siglos XVI-XVIII (DIMH)*, HAR2012-31117, Ministerio de Economía y Competitividad (España).
1. M. VITRUVIO POLIÓN: *De Architectura*. Versión española: *Los Diez Libros de Arquitectura*, Barcelona, Iberia, Barcelona, 1986, p. 13.
 2. «Las especies de disposición, llamadas en griego "ideas", son el trazado en planta, en alzado y en perspectiva (Ichnografía, Ortografía y Escenografía). La planta (Ichnografía) es un dibujo en pequeño, hecho a escala determinada con compás y regla, que ha de servir luego para el trazado de la planta sobre el terreno que ocupará el edificio. El alzado (Ortografía) es una representación en pequeño y un dibujo ligeramente coloreado, de la fachada y de su figura por elevación, con las correspondientes medidas, de la obra futura. La perspectiva (Escenografía) es el dibujo sombreado no sólo de la fachada, sino de una de las partes laterales del edificio, por el concurso de todas las líneas visuales en un punto». VITRUVIO, *op. cit.*, p. 13.
 3. C. WILKINSON: «El nuevo profesionalismo en el Renacimiento», en S. KOSTOF (coord.), *El arquitecto. Historia de una profesión*, Madrid, Cátedra, 1984, p. 140.
 4. Fue Miguel Ángel quien llevó la maqueta a su máximo esplendor como elemento generador y comunicador de la arquitectura: «Es en la vida de Miguel Ángel donde encontramos el mayor ejemplo del empleo del modelo como un procedimiento universal de realización del proyecto. Miguel Ángel, a quien se le puede considerar justificadamente un escultor a este respecto, lo utilizó durante toda su vida en el desarrollo de sus obras». J. M. GENTIL BALDRICH: *Traza y modelo en el Renacimiento*, Sevilla, Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción, 1998, pp. 36-41.
 5. «El uso de maquetas es cosa antiquísima, de la que hace mención Vitruvio en varios lugares y Cicerón escribiendo a Marco Celio. Puede decirse que la maqueta es anuncio y expreso argumento de la cosa que se ha de edificar: Archetypus es como ejemplar o maqueta, como se encuentra en Marcial, y en Plinio Cecilio escribiendo a Antonio; y así como el dibujo es cosa lineal, que consideramos teórica y matemáticamente, así la maqueta es parte que se muestra por los sentidos y de hecho». V. SCAMOZZI: *Dell'idea della Architettura Universale*, Venecia, Girolamo Albrizzi, 1716 (1615), I, I, 15.
 6. «El primer ejemplo importante del nuevo estilo grecorromano en España, la Catedral de Granada, lleva asociado el cambio de proyecto anterior gótico de Enrique de Egas por el renacentista de Diego de Siloé, junto a la sustitución de la traza gráfica del primero, por la monumental maqueta del segundo, ejecutada entre 1528 y 1532. Sucesivos ejemplos del empleo del modelo como definidores del nuevo estilo lo tenemos en el palacio de Carlos V de la misma Granada en 1537, la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla en 1534 y la Capilla Real en 1541, la Catedral de Málaga en 1549, la Giralda en 1558, y El Escorial entre 1562 y 1570». J. M. GENTIL BALDRICH: «Trazado y modelo en el proyecto de arquitectura español del siglo XVI», en *Il disegno di progetto dalle origini a tutto il XVIII secolo: preprints dei contributi del Govegno di Roma, 22-24 aprile 1993*, Roma, Università degli Studi «La Sapienza», 1993, p. 46.
 7. A. CÁMARA MUÑOZ: *Fortificación y ciudad en los reinos de Felipe II*, p. 134.
 8. C. LECHUGA: *Discurso del capitán Cristóbal Lechuga en que trata de la artillería y de todo lo necesario a ella*, Milán, Palacio Real y Ducal, por Marco Tulio Malatesta, 1611, pp. 242 y 243. Cristóbal de Rojas, sin embargo, desconfiaba de los modelos: «y esto sucede a la letra en las máquinas o ingenios, que en los modelos parecen muy verdaderos y al hacerlos grandes salen muy pesados y diferentes de lo que prometían en pequeños». C. DE ROJAS: *Teórica y práctica de fortificación, conforme a las medidas y defensas de los tiempos, repartida en tres partes*, Madrid, Luis Sánchez, 1598, parte segunda, capítulo XXII, fol. 80.
 9. «Hasta que Rafael se hizo cargo de las obras de la basílica de San Pedro, en Italia la planta y la maqueta se consideraban los documentos necesarios y suficientes para poder construir un edificio». J. SAINZ: *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*, Barcelona, Reverté, 2005, p. 81.
 10. RAFAEL SANZO: Carta a León X, 1519.
 11. C. WILKINSON, *op. cit.*, p. 147. La nueva técnica de transmisión del proyecto delineado reafirmaba el papel profesional del arquitecto: «Herrera fue más allá de la práctica primitiva al cumplir el ideal renacentista de arquitecto-tracista. Al hacer de los dibujos el rasgo fundamental de su práctica, dio contenido al ideal albertiano del tracista y creó los medios para que patrón y arquitecto trabajaran juntos. Los dibujos que le aseguraron el favor real supusieron también la base de la identidad profesional del arquitecto y su independencia». C. WILKINSON-ZERNER: *Juan de Herrera. Arquitecto de Felipe II*. Madrid, Akal, 1996.
 12. SCAMOZZI, *op. cit.*, I, I, 14.
 13. En el tratado de Vicente Mut aparece una inexacta referencia: «A la Ignografía, que es la planta, se sigue lo Ortográfico, que es la perspectiva de las alturas; y en mejores términos es sección, que comúnmente llaman perfil». V. MUT: *Arquitectura Militar*, Mallorca, Vicente Oliver, 1664, p. 73.
 14. J. ZARAGOZA: *Fábrica y uso de varios instrumentos matemáticos*, Madrid, Antonio Francisco de Zafra, 1675, p. 30.
 15. *Escuela de Palas, ó sea, Curso Mathematico*, Milán, Imprenta Real, 1693, pp. 2-3.
 16. T. V. TOSCA: *Compendio Matemático en el que se tratan todas las materias más principales de las ciencias que tratan de la cantidad. Tratado XVI. De la Arquitectura Militar* (1707-1715), Valencia, Imprenta de Joseph García, 1757, tomo V, p. 257.
 17. P. DE LUCUZE: *Principios de fortificación*, Barcelona, Thomas Piferrer, 1772, p. 17.
 18. A. G. BRIZGUZ Y BRU: *Escuela de Arquitectura Civil*, Valencia, Joseph de Orga, 1804 (primera edición 1738), p. 7.
 19. C. RIEGER: *Universae architecturae civilis elementa*, Viena, Praga, Trieste, Typis Ioannis Thomae Trattner, 1756. Edición española: *Elementos de toda arquitectura civil*, Madrid, 1763. Parte segunda, sección primera, capítulo II, pp. 50-53.
 20. A. CÁMARA: «La arquitectura militar del Padre Tosca y la formación teórica de los ingenieros entre Austrias y Borbones», en *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2005, pp. 18-19.
 21. Así, Zepeda dice que es «poco necesaria para el soldado y de poca utilidad para el ingeniero». A. DE ZEPEDA Y ADRADA: *Epítome de la Fortificación Moderna*, 1669, Tratado III, capítulo I, p. 209. Zaragoza, por su parte, considera que no es necesaria para el ingeniero. ZARAGOZA, *op. cit.*, p. 30. Tosca dice que «sirve solamente para curiosidad, y no tiene obligación de hacerla el Ingeniero». TOSCA, *op. cit.*, tomo V, p. 257.

22. P. CATANEO: *Dell'Architettura di Pietro Cataneo senese*, Venecia, 1567, p. 15.
23. L. ESCRIVÁ: *Apología en excusación y favor de las fábricas del reino de Nápoles*, Madrid, imprenta del Memorial de Ingenieros, 1878, p. 8.
24. F. MARCHI: *Della architettura militare*, 1599, f. 1rev.
25. C. DE ROJAS: *Teórica y práctica de fortificación, conforme a las medidas y defensas de los tiempos, repartida en tres partes*, Madrid, Luis Sánchez, 1598, parte primera, capítulo I, f. 1.
26. D. GONZÁLEZ DE MEDINA BARBA: *Examen de Fortificación*, Madrid, Imprenta del Licenciado Vázquez, 1609, p. 13.
27. *Ibid.*, pp. 16-17.
28. V. MUT: *Arquitectura Militar*, Mallorca, Vicente Oliver, 1664, p. 158.
29. A. DE VILLE: *Les fortifications du chevalier Antoine de Ville*, Lyon, chez Irenée Barlet, 1629, p. 16.
30. A. DE ZEPEDA Y ADRADA: *Epítome de la Fortificación Moderna*, 1669, Tratado I, capítulo II, p. 40.
31. ZARAGOZA, *op. cit.*, p. 27.
32. ZEPEDA, *op. cit.*, Tratado III, capítulo I, p. 82.
33. E. PANOFKY, *Idea. Contribución a la historia de la teoría del arte*, Madrid, Cátedra, 1977, pp. 67-92.
34. «El "diseño interno", en general, es una idea y forma en el intelecto que representa expresa y claramente la cosa pensada por éste, que también es término y objeto de él. (...) Y cuando el fin de los actos externos es material, como la figura dibujada o pintada, la estatua, el templo o el teatro, el fin del acto interno del intelecto es una forma espiritual que representa la cosa entendida». F. ZUCCARI: *L'idea de' pittori, scultori et architetti*, 1607, I, 3, 40. Citado en PANOFKY, *op. cit.*, p. 79.
35. «...pero con el tiempo investigará más de una invención: y de todas irá escogiendo con su juicio y modificando, y tomando las partes más convenientes y bellas, hasta que sepa que ni él ni otro de la profesión, por más diligencia que pusieran, pudieran hacerlo mejor ni más excelente en su género». SCAMOZZI, *op. cit.*, I, I, 14.
36. «Que para mover la mano a la ejecución se necesita de ejemplar o idea interior; la cual reside en su imaginación y entendimiento, y del ejemplar exterior y objetivo que se ofrece a los ojos... lo que los filósofos llaman ejemplar llaman los teólogos idea (autor de este nombre fue Platón, si creemos a Tulio y Séneca)». F. PACHECO: *Arte de la Pintura*, Sevilla, 1649. Tomo I, p. 259. Citado en GENTIL, *Traza... op. cit.*, p. 15.
37. «La Academia de Matemáticas, dirigida a la muerte de Herrera por Francisco de Mora y, desde 1615, por su sobrino el también arquitecto Juan Gómez de Mora, desapareció en 1625 por la presión de los jesuitas, que lograron incorporar sus instalaciones y propiedades al Colegio Imperial fundado por ellos en dicho año. (...) Las cátedras de matemáticas del Colegio Imperial se convirtieron en el centro esencial de los estudios superiores de arquitectura e ingeniería en la España del siglo XVII, en relación con el proyecto jesuítico de controlar las enseñanzas y la práctica de los saberes matemáticos en los países católicos». H. CAPEL, J. E. SÁNCHEZ, O. MONCADA: *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Madrid, Serbal, CSIC, 1988, pp. 97-98.
38. Sobre la creación de las Academias y las enseñanzas que en ellas se impartían, ver H. CAPEL, J. E. SÁNCHEZ, O. MONCADA, *op. cit.*
39. *Real Ordenanza e Instrucción de 4 de julio de 1718 para los Ingenieros, y otras personas, dividida en dos partes*. Artículo 29.
40. S. FERNÁNDEZ DE MEDRANO: *El arquitecto perfecto en el arte militar*, Amberes, Henrico y Cornelio Verdussen, 1708, Libro primero, p. 3.
41. LUCUZE, *op. cit.*, p. 12.
42. «Todas las partes de la fortificación deben estar proporcionadas, de manera que no haya alguna que no esté debajo de regla, pues faltando esta en cualquiera de ellas, falta en todas; porque es comparada la fortificación al cuerpo humano, que padece todo estando mala la menor parte de él». FERNÁNDEZ DE MEDRANO, *op. cit.*
43. TOSCA, *op. cit.*, tomo V, p. 254.
44. MUT, *op. cit.*, pp. 157-158.
45. ZARAGOZA, *op. cit.*, pp. 84-85.
46. *Escuela... op. cit.*, tratado XI. Arte Militar. Libro I, pp. 8-9.
47. FERNÁNDEZ DE MEDRANO, *op. cit.*, pp. 8-11.
48. F. PRÓSPERI: *La Gran Defensa*, México, 1744, p. 9.
49. M. DE CENTURIÓN GUERRERO DE TORRES: *Ciencia de militares*, Cádiz, Manuel Espinosa de los Monteros, 1757, pp. 78-88.
50. FERNÁNDEZ DE MEDRANO, *op. cit.*, p. 12.
51. P. MINGUET E YROL: *Los juegos de la fortificación*, Madrid, 1752.

[Volver al índice](#)

La influencia de los modelos de Montalembert en la fortificación española del siglo XIX

Varios ejemplos en el norte de África*

ANTONIO BRAVO NIETO
UNED de Melilla

INTRODUCCIÓN: MODELOS DE FORTIFICACIÓN EN ESPAÑA EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX

Después del generalizado uso de la fortificación abaluartada a lo largo del siglo XVIII, con su extensísima evolución técnica y codificación teórica, los cambios vertiginosos que se van a producir durante todo el XIX en materia de artillería para el asalto de plazas fuertes, exigieron una respuesta adecuada de los sistemas defensivos. Lo que se puede constatar en estos sistemas es la gran influencia que van a tener los modelos teóricos propuestos por el marqués de Montalembert, y su posterior desarrollo por parte de la escuela de fortificación alemana.

Dentro de este esquema de cambio/innovación que tiene su paralelo en la propia Revolución Francesa, la obra de Montalembert va a tener un peso realmente destacado y de gran influencia para la fortificación del siglo XIX. Marc René, marqués de Montalembert, nace en 1714 y su fallecimiento en 1800 marca el final de una dilatada carrera como ingeniero en la que intentó demostrar la necesidad de superar los sistemas abaluartados y ensayar otros nuevos que se han denominado *perpendiculares*, *angulares*, *atenazados* o *poligonales*. Su idea principal consistía en que el cañón debía ser el alma de la defensa de una plaza y que por tanto se debía construir un gran número de alojamientos para sus piezas. Dentro de este esquema, la defensa de las plazas se asentaría en los flanqueos poligonales generados por su propio trazado y también entre los fuertes y torres cañoneras contruidos fuera del recinto (como se observa en su segundo trazado o sistema) (fig. 1).

La obra escrita de Montalembert¹, codificada entre 1776 y 1793, nos adentra en una serie de propuestas que no tuvieron tanta influencia en el siglo XVIII en que nacen (a

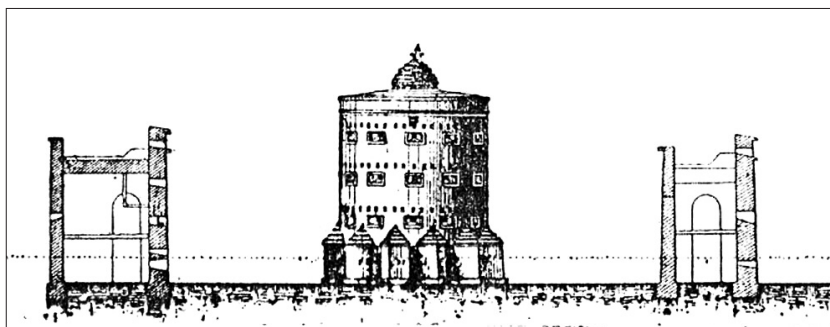


FIG. 1 Modelo de torre con casamatas para flanqueo en el segundo sistema de Montalembert. Dibujo de 1880.

pesar de realizar algunas obras como la fortificación del fuerte de la Île d'Aix), sino en la posibilidad de abrir nuevas opciones en fortificación a lo largo del siglo XIX.

El conocimiento que se tenía de los sistemas de Montalembert en España era muy amplio, e incluso en un lugar privilegiado del Museo de la Academia de Ingenieros figuraba la colección personal de maquetas del citado autor. Estos modelos influyeron en varias generaciones de ingenieros militares españoles, junto a los viajes técnicos a Europa y los artículos y tratados que se publicaron gracias al amparo del *Memorial de Ingenieros del Ejército*. Todos estos medios permitieron a los ingenieros militares españoles estar perfectamente al tanto de las propuestas que se venían desarrollando en Europa sobre fortificación, fundamentalmente en el ámbito de Alemania. El vertiginoso avance artillero, que iba a acelerarse en la tercera década del siglo XIX, exigió buscar nuevas soluciones que abandonaran definitivamente el sistema abaluartado. Curiosamente, algunas de las nuevas propuestas se basaron en la recuperación de elementos de fortificación ya utilizados anteriormente, como ocurre con las casamatas.

Como acertadamente señala Rafael Palacio², al describir el Plan de Defensa de España de 1855, las principales influencias recibidas en la fortificación española de este tiempo fueron fundamentalmente el citado Montalembert, y las propuestas de Carnot y Haxo.

Lazare Carnot³ plasmó sus ideas en el libro *De la défense des places fortes* de 1810⁴, que fue el resultado del encargo de Napoleón para que sirviera de guía a los gobernadores de las plazas fuertes francesas. Carnot entendió a la perfección el papel que la artillería iba a desempeñar en el futuro, por lo que era partidario de la defensa activa de las fortalezas mediante el uso de la artillería. Por ello proponía un cuerpo de plaza elevado sobre el campo exterior y casamatas para morteros de tiro curvo o indirecto, cubiertas y situadas detrás de la muralla. La defensa se complementaba con la supresión de la contraescarpa y del camino cubierto, que fueron sustituidos por un glacis con talud muy tendido para permitir las salidas rápidas, y una escarpa avanzada con aspilleras para fusil. Estos sistemas aparecen de forma muy clara en las propuestas para la fortificación de Melilla en la década de los años sesenta del siglo XIX.

Por su parte, en el desarrollo de los frentes acasamatados sobresalió la figura de François Haxo. Encargado de la reorganización de la escuela de fortificación francesa durante el periodo de la Restauración, decidió que el sistema abaluartado debía mantenerse en Francia (sobre todo en la idea de un frente continuo), aunque imaginaba un frente abaluartado realmente complejo que pudiera alejar al enemigo gracias a la acción

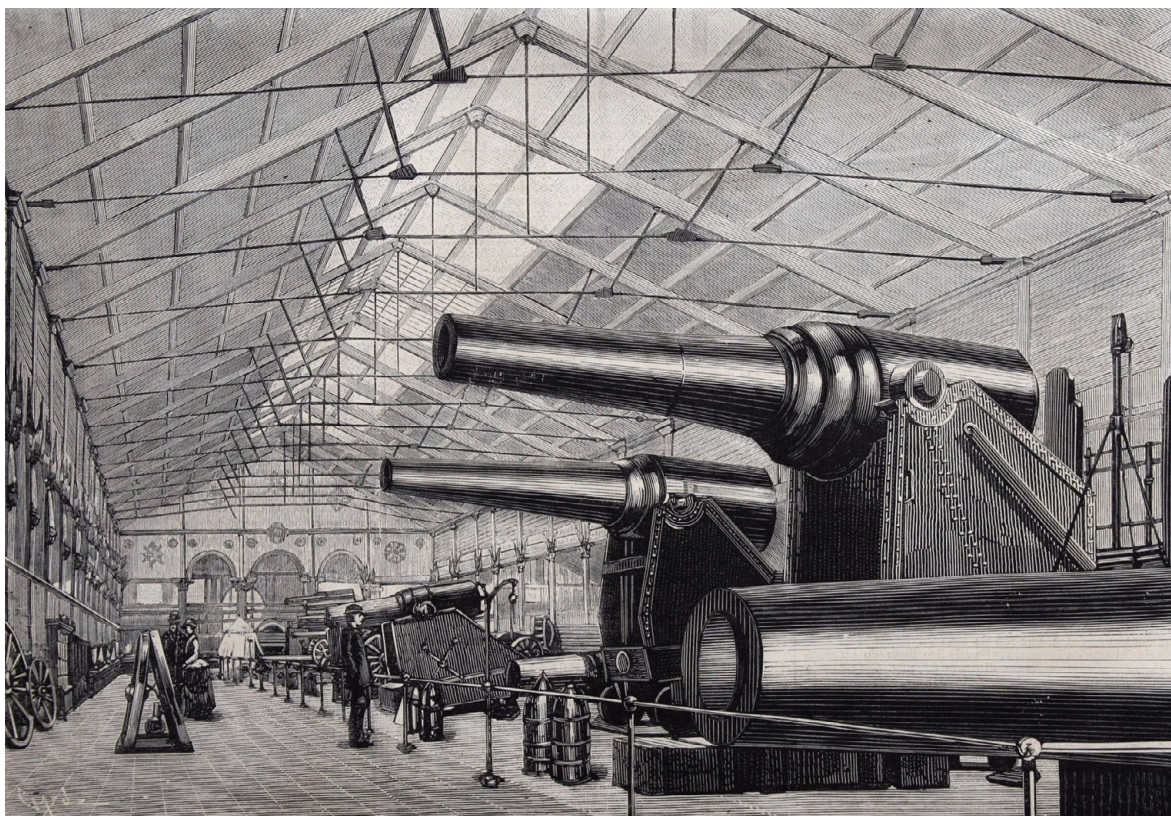


FIG. 2 La evolución y admiración por la nueva artillería. Galería del Ministerio de la Guerra en la *Esposizione Generale Italiana* de 1884 celebrada en Turín. Grabado de *La Ilustración Española y Americana*, 1884.

de su artillería. Haxo era contrario a la teoría de los fuertes exteriores o destacados, aunque su gran aportación a los sistemas fortificados fue sin duda la casamata que recibiría su nombre: casamata Haxo. Este tipo de obra, desarrollada entre 1811 y 1826, fue un modelo que estuvo en vigor hasta finales del siglo XIX, a pesar de sus inconvenientes, puesto que no soportaba de forma adecuada el disparo de un cañón moderno de ánima rayada. Haxo sitúa la casamata en la parte superior de la muralla, con la pieza artillera protegida con una bóveda y cubierta con una capa de tierra y revestimiento de madera en su embocadura.

Sin embargo sería Alemania y no Francia la que desarrollaría los sistemas y los avances sugeridos por los franceses Montalembert, Carnot y Haxo, buscando una verdadera fortificación basada en el tiro poligonal, más que en el desarrollo y evolución de los recintos continuos.

Estos sistemas también se apoyaban en la existencia de fuertes exteriores, que debían potenciar la defensa de la plaza interactuando entre sí bien con su artillería o bien con su fusilería. La cuestión era realmente una carrera contra reloj (ya perdida de antemano) en la que se intentaba superar los devastadores efectos de una artillería que se empeñaba en demostrar (caso del asedio a la ciudad de Sebastopol en 1855) que ante un enemigo que contara con una artillería moderna y potente (cañón de ánima rayada) realmente nada podía hacerse. La geometría había perdido la guerra ante el empuje balístico (fig. 2).

A pesar de ello, en muchos países europeos se continuaron levantando defensas basadas en estos principios. En España y en concreto en el caso de la frontera africana, pesaban las consideraciones basadas en el tipo de enemigo al que las defensas tenían que hacer frente, por lo que los arcaísmos tecnológicos muchas veces eran meditados respuestas a las peculiaridades estratégicas y, sobre todo, presupuestarias.

Los problemas a los que se tenía que hacer frente a la hora de trazar un plan de defensa además eran muchos, porque no sólo importaba la elección de un modelo moderno adecuado, sino también la reforma de los sistemas fortificados previos, que determinaban en gran parte las propuestas.

Por esa razón resulta interesante comprobar cuáles fueron los modelos que se aplicaron en las diferentes fortificaciones del momento, y la frontera norteafricana fue una zona realmente de vanguardia para el ensayo y para la aplicación de nuevas propuestas. Esta frontera nos permite testar de forma precisa la variedad de soluciones que los ingenieros españoles del XIX podían ofrecer ante el viejo problema del asedio y asalto de plazas fuertes. La frontera norteafricana exigía respuestas para muchos problemas: reforma de plazas fuertes abaluartadas (Melilla, una ciudad del Renacimiento y abaluartada del siglo XVIII), propuestas de un nuevo sistema de fuertes destacados (Melilla a partir de la ampliación de su territorio, 1862) y fortificación de islas (Chafarinas a partir de su ocupación en 1848).

LA REFORMA DE UNA PLAZA ABALUARTADA. EL CASO DE MELILLA

Melilla consta de cuatro recintos fortificados. El Primer Recinto fue construido a lo largo del siglo XVI, siendo un ejemplo de fortificación de transición renacentista; otros dos se construyeron con modelos abaluartados de las primeras décadas del siglo XVIII (el Segundo y el Tercero) y, finalmente, el Cuarto se define desde 1730 hasta 1775 siguiendo modelos mixtos con fuertes avanzados que se unen mediante una muralla continua y forman un frente de trazado irregular.

La ciudad durante los últimos años del siglo XVIII y la primera mitad del siglo XIX sufrió un acoso peculiar. Si bien ningún ejército regular se aproximó a la fortaleza para atacarla (el último asedio en regla se produjo entre 1774 y 1775), en casi ningún momento dejó de ser acosada por fuerzas irregulares, aunque muy adiestradas, que montaban guardias permanente desde los llamados *ataques* (adaptación local de las paralelas de aproximación a una plaza fuerte). Estas guardias aprovechaban los momentos de descuido para disparar a los soldados situados en el interior de las defensas. Los sistemas de tiro tenían más que ver con la certera puntería de los atacantes que con su tecnología, puesto que muchas veces eran pedradas tiradas con hondas o disparos efectuados con armamento comprado de contrabando. Si bien la tecnología no era moderna (utilizaban una artillería absolutamente desfasada), el conocimiento del terreno, la constancia y la pericia permitían una efectividad muy alta.

Las defensas de Melilla tuvieron que adaptarse a estas especiales condiciones, y todas las fortificaciones en el remate de sus muros contaban con los llamados cubrecabezas y con postigos en las cañoneras para poder proteger a los defensores de los disparos.

Pero la ciudad cambia sus perspectivas hacia 1860 y de sufrir un permanente acoso, se pasa a una redefinición de su territorio mediante un tratado internacional firmado entre España y Marruecos. En este tratado la ciudad amplía su territorio y se hizo necesario su control. El nuevo territorio presentaba por su parte una gran diversidad topográfica y se contaban llanuras, cerros, barrancos y otras zonas de difícil defensa. Por esta razón surgen, a partir de 1862⁵, varios proyectos que pretendían por un lado mejorar la defensa de la plaza y por otro establecer un nuevo sistema defensivo del territorio. Los ingenieros que ejecutan esta primera fase de defensa son Miguel Navarro Ascarza y Francisco Arajol y de Solá.

1. Proyecto de línea de fuertes de Miguel Navarro Ascarza y Francisco Arajol y de Solá

Ante la necesidad de avanzar sobre el territorio cercano a la antigua fortaleza, Navarro Ascarza proyecta una serie de fuertes exteriores situados sobre las alturas prominentes que rodeaban la ciudad y unidos entre sí por una trinchera cubierta. La disposición podemos observarla en el *Plano de Melilla y campo enemigo... con el proyecto de los fuertes en el campo y medios de mejorar la línea exterior*⁶ (fig. 3) Es muy interesante analizar la tipología de estos fuertes, porque refleja cuáles son los referentes teóricos que su autor planteaba para esta reforma⁷.

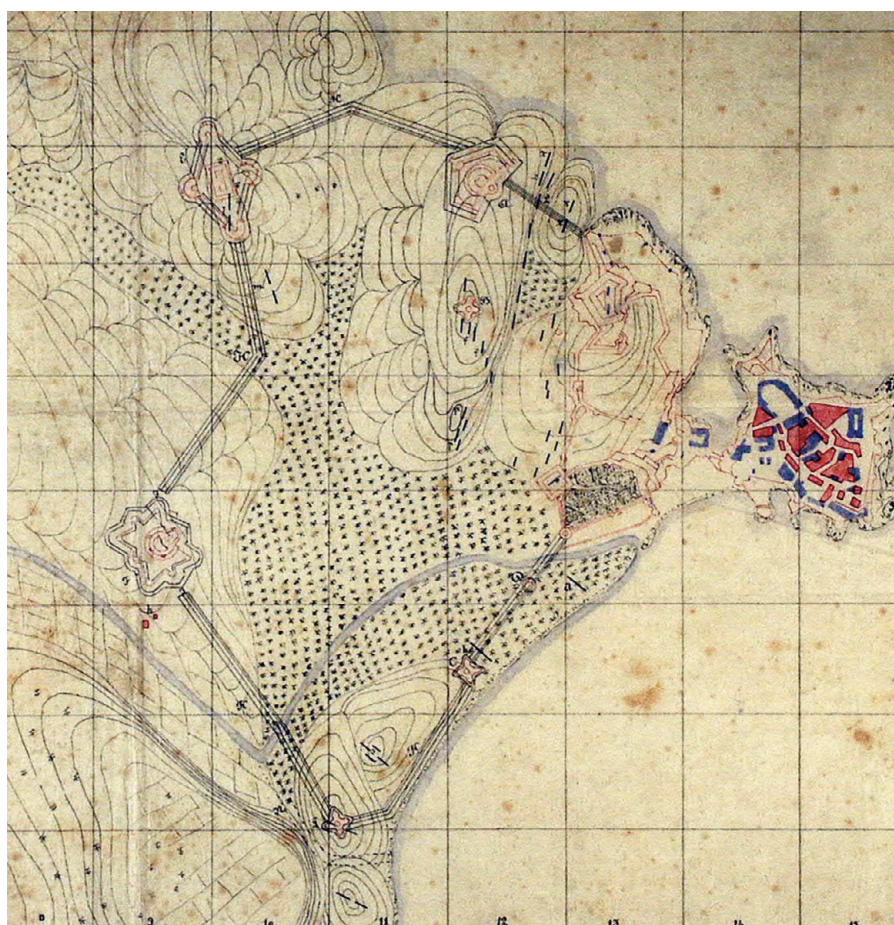


FIG. 3 Proyecto de nuevo recinto y fuertes de MIGUEL ASCARZA. Fragmento del *Plano de Melilla y campo enemigo*. Instituto de Historia y Cultura Militar, AIMML, Melilla.

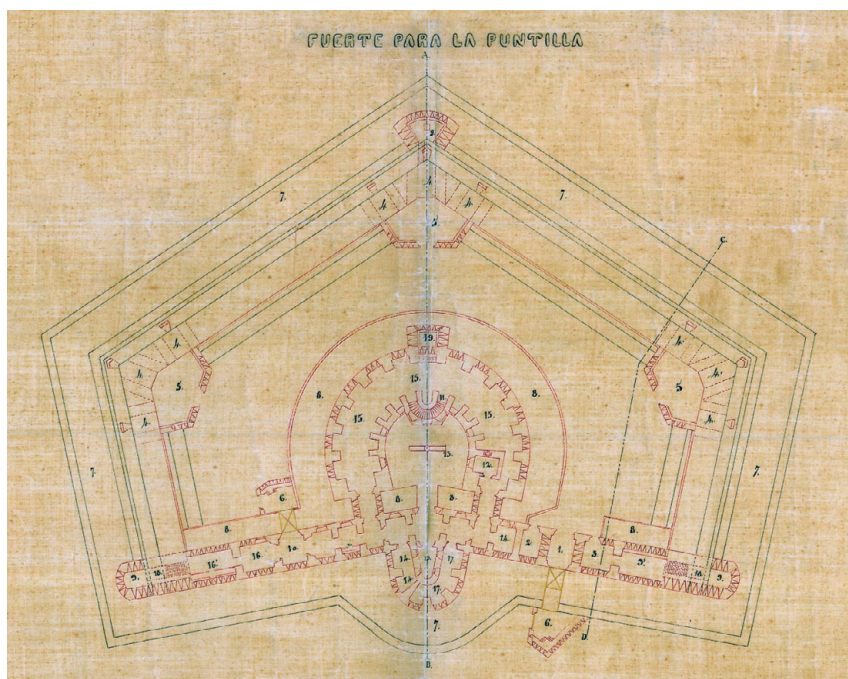


FIG. 4 MIGUEL NAVARRO ASCARZA, fuerte para la Puntilla, en *Proyectos de fuertes para mejorar la defensa de la línea exterior de la plaza de Melilla*, 31 de marzo de 1862. Instituto de Historia y Cultura Militar, ML-10-06.

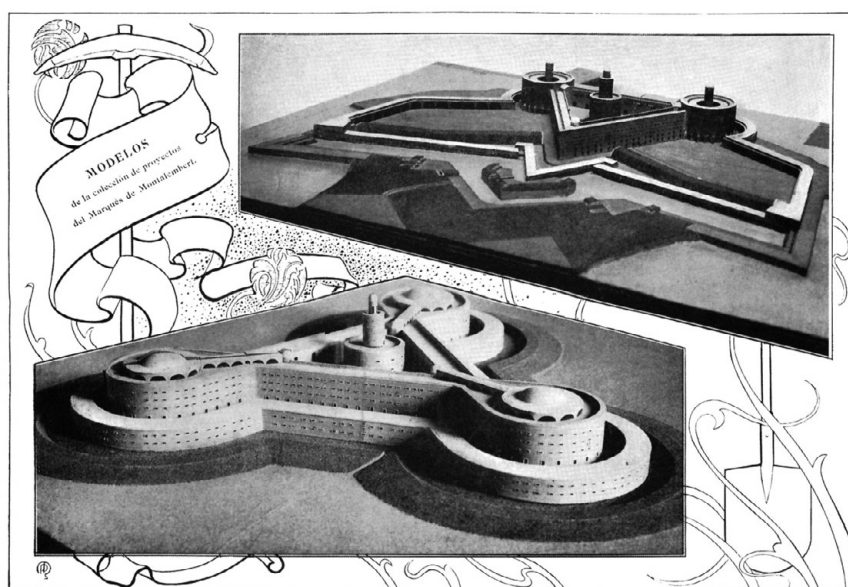
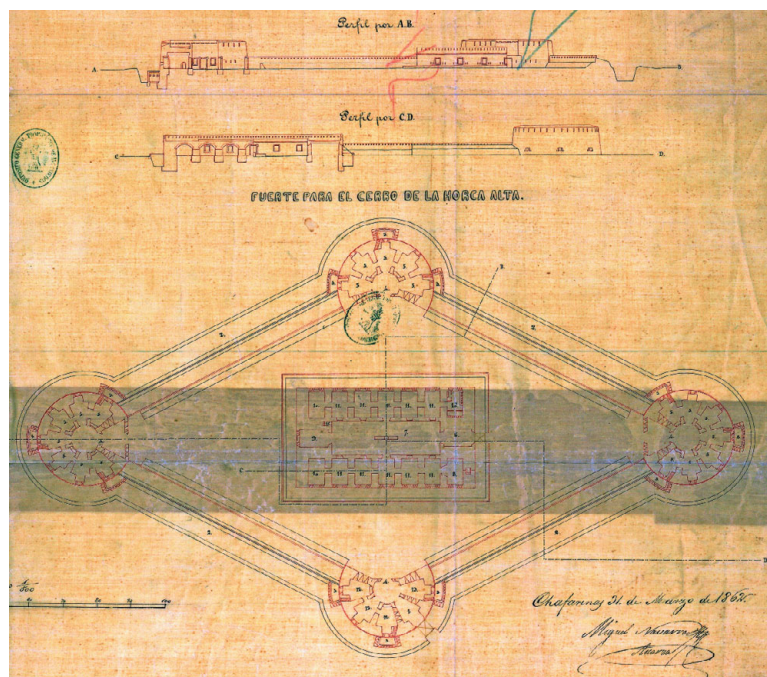


FIG. 5 MARQUÉS DE MONTALEMBERT, maquetas que estuvieron en la Academia de Ingenieros. Fotografías de 1911.

Navarro diseña tres fuertes en las zonas llamadas la Puntilla y la Horca Alta y entre Santiago y la Higuera. Se trata de fuertes de planta poligonal, que disponían de abundantes casamatas del sistema Haxo para albergar piezas artilleras y aberturas para aspilleras de fusilería (fig. 4). Los modelos ofrecían una gran vinculación con las propuestas de Montalembert (fig. 5), sobre todo el fuerte de la Horca Alta (fig. 6), como puede apreciarse incluso en una de las maquetas que se exponía en la Academia de Ingenieros.

Navarro también diseña fortificaciones en los lugares conocidos como Ataque Seco, Ataque de la Leña y San Lorenzo. Se trata de torres de perfil cilíndrico y con aspilleras para fusil en todos sus frentes, con cuatro caponeras ofreciendo amplios frentes de tiro. Finalmente, una torre de las denominadas «torre a la martello» para poner en comuni-

FIG. 6 MIGUEL NAVARRO ASCARZA, fuerte para el cerro de la Horca Alta, en *Proyectos de fuertes para mejorar la defensa de la línea exterior de la plaza de Melilla*, 31 de marzo de 1862. Instituto de Historia y Cultura Militar, ML-10-06.



cación dos puntos concretos: el llamado Ataque de la Leña con el torrente del río y la Torre de Santa Bárbara.

En último extremo, Navarro no puede sustraerse a la antigua idea del frente continuo y comunica todos los fuertes destacados entre sí, y para ello proyecta una trinchera, con foso, escarpa y contraescarpa ataludadas, así como un camino cubierto con aspilleras. Podríamos hablar de un cierto carácter arcaizante en esta propuesta, aunque también vemos una perfecta adaptación a la realidad de un enemigo que utilizaba tácticas de ataque muy heterodoxas y basadas en la rapidez, el descuido del defensor y la plena adaptación a las circunstancias y el oportunismo, por lo que la línea continua no era sino una forma más de obstaculizar el ataque.

Las propuestas de Navarro también llegaban a la zona más antigua de la ciudad y planteaba una serie de baterías acasamatadas por la parte de mar en el Primer Recinto, para repeler un posible ataque marítimo. Es la primera vez que se utiliza la casamata para estos menesteres, y constituye el antecedente primero de las reformas artilleras definitivas que se llevarán a cabo en 1885. Para finalizar con su trabajo, podemos decir que Navarro fue el primer ingeniero que se plantea de una forma conjunta el problema de la defensa de Melilla ante la necesidad de una reforma según los parámetros de la fortificación moderna.

Sin embargo, el plan de Navarro Ascarza fue modificado parcialmente por orden del Ingeniero General de 6 de septiembre de 1864, que proponía ampliar el Cuarto Recinto como defensa continua y generar otro recinto exterior de grandes fuertes y torres.

Por su parte, Francisco Arajol integró tanto el proyecto de Navarro como la orden del Ingeniero General en su *Anteproyecto de ensanche de las fortificaciones de la plaza de Melilla*, de 26 de octubre de 1864⁸ (fig. 7). La defensa basada en los fuertes exteriores de la zona norte permanecía igual, pero se había reformado totalmente la zona sur. En concreto el Cuarto Recinto se ensanchaba hacia el cerro de San Lorenzo con una mu-

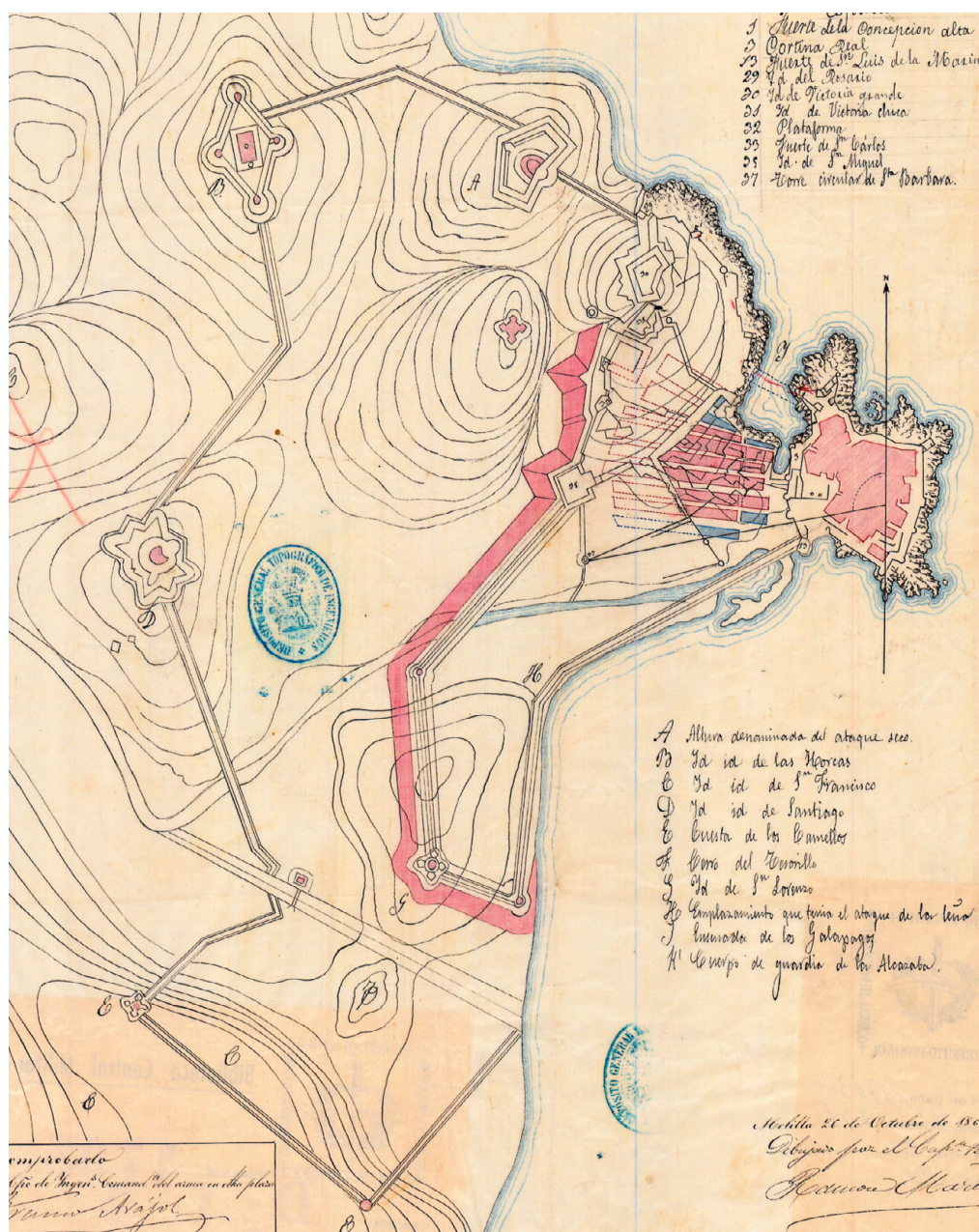
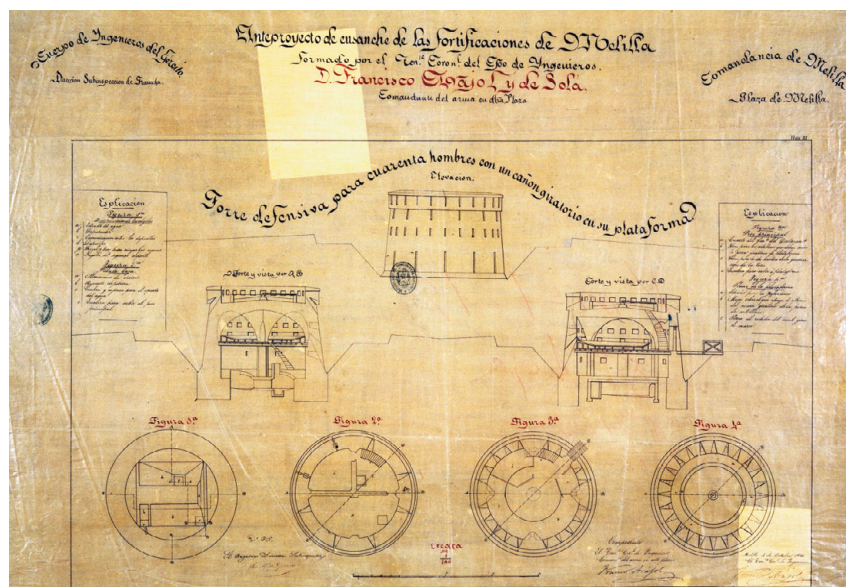


FIG. 7 FRANCISCO ARAJOL Y DE SOLÁ, fragmento del *Anteproyecto de ensanche de las fortificaciones de la plaza de Melilla*, 26 de octubre de 1864, que comprende la modificación al proyecto de Miguel Navarro y Ascarza. Hoja 1. Instituto de Historia y Cultura Militar, X- ML-09-09.

ralla continua que partía desde el fuerte de San Miguel y que venía a unirse en su punto más lejano con una torre en San Lorenzo, volviendo por la zona de playa (este) hasta venir al encuentro del fuerte de San Luis de la Marina ya en el Primer Recinto. Todo este nuevo frente constaba de glacis y foso exterior, al estilo de los sistemas fortificados tradicionales. También disponía de varias torres intermedias como punto de apoyo de las torres mayores.

Por su parte, la línea más externa de fuertes, la de los grandes fuertes, también se ampliaba hacia el sur comprendiendo al otro lado del río de Oro dos torres en las faldas del cerro de Camellos unidas entre sí y con las torres grandes por un foso o trinchera.

FIG. 8 FRANCISCO ARAJOL Y DE SOLÁ, *Anteproyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla. Torre defensiva para cuarenta hombres con un cañón giratorio en su plataforma*, 4 de octubre de 1864. Instituto de Historia y Cultura Militar, Cartoteca.



Como en la nueva línea defensiva se hacían necesarios dos tipos nuevos de fuerte (no contemplados por Navarro Ascarza), Arajol los plantea en su proyecto. Uno de ellos era una torre defensiva con aspilleras para cuarenta hombres con un cañón giratorio en su plataforma⁹ (fig. 8) y debía ser el modelo a utilizar en las torres intermedias. Por su parte el segundo era un cuerpo de guardia defensivo para doce hombres¹⁰ que iría destinado a un puesto de guardia para controlar el vado sobre el río de Oro. Estos proyectos venían por tanto a complementar los modelos de Navarro Ascarza, y su función era flanquear con el fuego al fusil con el resto de las fortificaciones de la plaza y fuertes¹¹.

También proponía Arajol un ensanche de la población formado por manzanas a construir sobre el espacio que ocupaban los recintos abaluartados (el Segundo y Tercero). Estos recintos eran totalmente reformados y semidestruidos para albergar un ensanche urbano que aparece en la hoja 2 del plano¹², y que resultaba especialmente agresivo con las fortificaciones preexistentes. La no ejecución de los proyectos, por una vez, salvó un patrimonio fortificado actualmente de valor incalculable.

2. El proyecto de Francisco Roldán y Vizcaíno

Francisco Roldán fue el ingeniero que realmente sienta las bases de la transformación de la antigua ciudad fortificada en una fortaleza adaptada a las nuevas necesidades de defensa. Por ello es interesante conocer sus propuestas, que se desarrollan en dos ámbitos interconectados pero muy diferentes. Una primera consistente en adaptar y transformar de una manera bastante radical los recintos abaluartados. La segunda, en construir una serie de fuertes exteriores (aislados) para la defensa del territorio.

a) Modificación de las fortificaciones abaluartadas (fig. 9a)

Del proyecto de Roldán se conoce casi exclusivamente su propuesta de fuertes exteriores. Sin embargo, en el proyecto completo que desarrolla y dibuja minuciosamente en 17 hojas, sólo 3 de ellas son destinadas a proponer los modelos de fuertes exteriores y las 14



FIG. 9a Cuarto Recinto de Melilla. Fragmento de un plano de SEGISMUNDO FONT, Melilla 1790. Archivo General de Simancas, MPD VIII-228.



FIG. 9b FRANCISCO ROLDÁN Y VIZCAÍNO, Cuarto Recinto de Melilla modificado, en *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla*, 8 de febrero de 1867. Instituto de Historia y Cultura Militar, 4703/20.

restantes se ocupan de la reforma de las antiguas murallas, lo que evidencia la importancia que le daba a cada apartado.

La propuesta general del proyecto la presenta en la hoja nº 6, y en ella vemos que en el Primer Recinto plantea solo la instalación de nuevas baterías a barbata en el frente de mar.

En el Segundo y Tercer Recintos sí que proyecta drásticas reformas, que hubieran conllevado su desaparición, puesto que pensaba demoler el hornabeque, las baterías del Llares y el baluarte de San José y dejar exclusivamente una pequeña porción del Tercer Recinto. En el espacio resultante construiría un cuartel defensivo que denomina como R, plagado de casamatas para baterías de defensa marítima (hoja 13) y un ensanche con manzanas rectangulares protegidas de posibles disparos por las murallas que no se demolían¹³. Esta propuesta, que continúa con lo propuesto por Arajol, es realmente aclaratoria sobre la idea que la ingeniería militar de mediados del siglo XIX tenía sobre un sistema abaluartado en corona y un hornabeque, que eran considerados totalmente inservibles.

Las fortificaciones del Cuarto Recinto eran totalmente reformadas, reforzando todos los fuertes entre las Victorias y San Miguel (obras H, E y F de la hoja 7) y sus murallas de unión (obras de la hoja 11) con baterías (algunas de ellas siguiendo el sistema Haxo, como en el caso del cuartel defensivo denominado C, en la hoja 8). Por su parte, la zona del camino cubierto y glacis del recinto era reforzada con una serie de reductos de planta curva y funcionalidad fusilera (hoja 12) (fig. 9b).

Desde San Miguel (fuerte que era parcialmente demolido y transformado en el llamado fuerte K, en la hoja 9) (fig. 10) hasta la zona de mar junto a la desembocadura del río de Oro, se construía una importante ampliación del recinto, que finalizaba en un fuerte batería del sistema Haxo denominado fuerte L (hoja 10)¹⁴ (fig. 11).

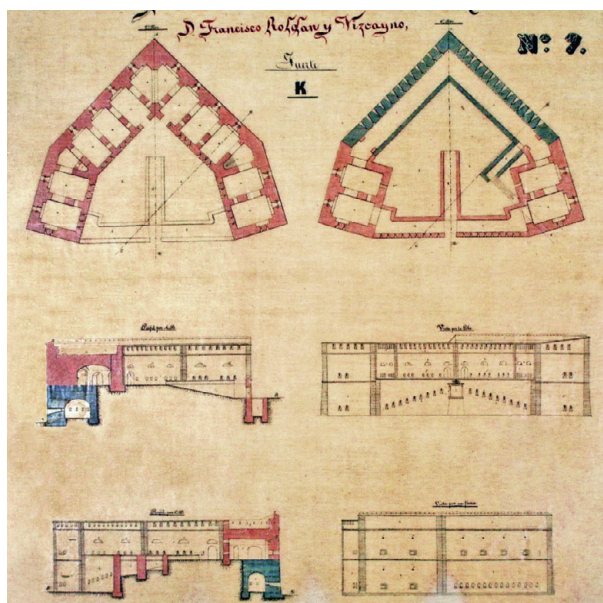


FIG. 10 FRANCISCO ROLDÁN Y VIZCAÍNO, fuerte K, en *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla*, 8 de febrero de 1867. Hoja 9. Instituto de Historia y Cultura Militar, 4703/20.

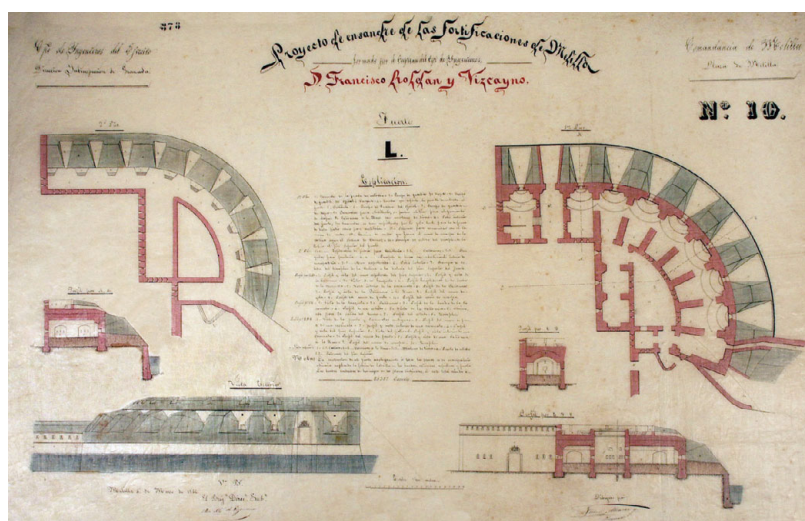


FIG. 11 FRANCISCO ROLDÁN Y VIZCAÍNO, fuerte L, en *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla*, 8 de febrero de 1867. Hoja 10. Instituto de Historia y Cultura Militar, 4703/20.



FIG. 12 Muro X. Fotografía de finales del siglo XIX.

Finalmente el Cuarto Recinto se cerraba en la zona este, la que daba a la playa y marina, con un muro aspillerado, llamado X, que se construyó finalmente en 1878 (fig. 12), y nuevo espigón en el embarcadero, denominado fuerte S.

La supremacía del fuego al fusil, con la construcción de aspilleras en casi todos los fuertes y murallas, también tuvo su reflejo en el sistema de galerías de minas, donde encontramos algunos cuerpos de guardia aspillerados propuestos por Roldán en la hoja 16, y que se conservan en la actualidad dentro del entramado subterráneo de Melilla.

El programa de reformas de Roldán estará vigente en los planes de defensa de Melilla en la década de los setenta y ochenta. Algunas de sus propuestas las podemos encontrar en las transformaciones que se fueron realizando sobre los viejos fuertes, sobre todo las que buscaban habilitar nuevas facilidades para la fusilería. Sin embargo, las reformas más importantes sobre los antiguos fuertes y murallas fueron las que se produjeron para habilitar nuevas baterías que utilizaban piezas sobre cureñas metálicas, siempre a barbeta, y que nos han legado asentamientos de piezas como el de Victoria Chica, 1886-1888 (fig. 14), o el artillado del frente de mar, también realizado por estas fechas (fig. 13).

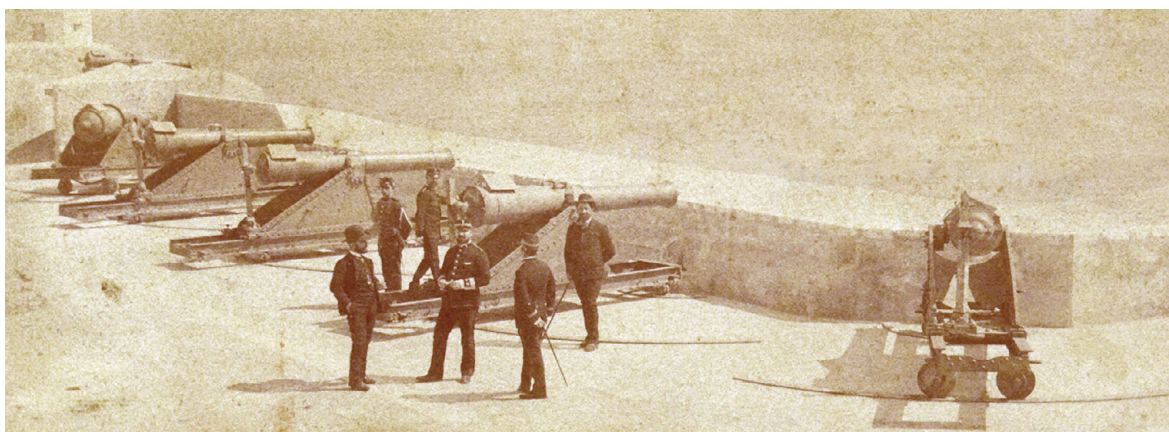


FIG. 13 Batería del frente de mar (1885), con piezas a barbeta sobre cureñas metálicas y giratorias. Fotografía de fines del siglo XIX.

FIG. 14 Asentamiento para artillería del fuerte de Victoria Chica, según proyecto de 1886.



b) La propuesta de los fuertes exteriores

Roldán desarrolla su propuesta de nuevos fuertes exteriores en cuatro hojas. Es el caso de la llamada obra D (hoja nº 5), fuerte de modelo alemán (luneta con anchos parapetos y con fuerte en su interior de planta semicircular que albergaba casamatas cubiertas con bóveda) situado al norte de Victoria Grande, y que intentaba posicionarse sobre una altura dominante.

Pero si por algo es conocido Roldán es por sus torres troncocónicas¹⁵, de las que diseña tres modelos diferentes, las torres A, B y C. Las más pequeñas son el modelo C¹⁶ (pensada para construirse sobre el cerro de San Lorenzo) y el modelo A¹⁷ (ideada para construirse en la línea exterior más avanzada o primera línea).

Las torres más grandes (modelo B¹⁸) pensaba situarlas en una segunda línea, sobre la altura de Camellos y Cabrerizas Bajas. Eran de planta circular y perfil troncocónico, y presentaban un patio central también circular, abierto, y dos plantas aspilleras para fusil, aunque también tenía una pequeña capacidad artillera en su parte superior.

c) Proyecto de mejora de las torres

El ingeniero Alejandro Rojí, bajo supervisión de Miguel Navarro Ascarza, realiza en 1871¹⁹ algunos tanteos y propuestas para mejorar las condiciones de defensa de las torres del sistema fortificado de Melilla realizado por Roldán y aprobado en 1868.

Se trata de una propuesta (hoja 2) para mejorar las condiciones defensivas de las torres, construyendo un fuerte de planta poligonal muy simple (parapetos y muro con aspilleras) en cuyo interior iría la torre proyectada (fig. 15). Las influencias de la fortifi-

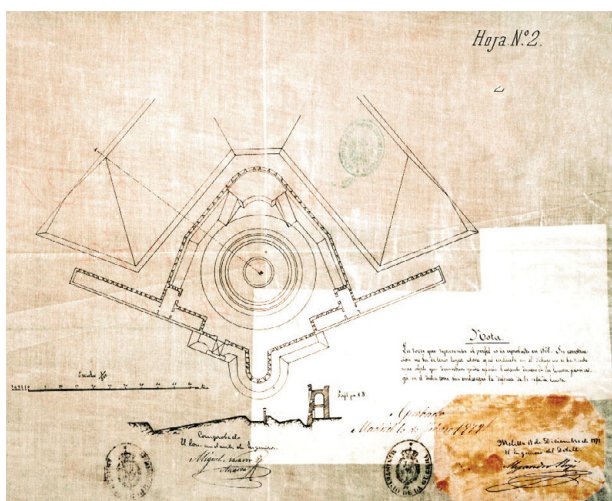


FIG. 15 ALEJANDRO ROJÍ DINARES, Melilla 17 de diciembre de 1871. Hoja 2. Instituto de Historia y Cultura Militar, 4705/4.



FIG. 16 Torre de Camellos. Foto G.C., 2012.



FIG. 17 Torre de Reina Regente, realizado según proyecto de 15 de enero de 1894 de FRANCISCO ROLDÁN. Fotografía de 2010.

cación poligonal son evidentes en las líneas angulares y los flanqueos que se producían. En la hoja 3 se proyecta un fuerte de planta cuadrangular con cuatro salientes que le daban una leve forma de cruz griega, y cuya defensa era exclusivamente al fusil con múltiples aspilleras. Finalmente, y en la misma línea de fortificación poligonal, diseña un tercer fuerte para la zona de la Puntilla²⁰ formado por un parapeto blindado en forma de hornabeque, en cuyo ángulo entrante se situaba una luneta con caponeras en su gola. Todas estas propuestas se quedaron en simples estudios que lo que hacían era advertir de la necesidad de complementar el carácter defensivo/ofensivo de unas torres aisladas.

d) La construcción definitiva del sistema de torres

El modelo de torre B de Roldán (la torre más grande) se ejecutó finalmente en la década de los ochenta. Su construcción se llevó a cabo en los lugares previstos (Camellos y Cabrerizas Bajas), aunque también se aplicó en el cerro de San Lorenzo (donde estaba prevista la torre tipo B).

En 1881 se lleva a cabo el *Proyecto del fuerte de San Lorenzo*, por el ingeniero Juan Roca y Estadés, de 27 de septiembre de 1881. Aunque inspirado en el proyecto de Roldán, presenta algunas modificaciones con respecto al proyecto original. Por su parte, el 12 de diciembre de 1882 llegaba a Melilla el ingeniero Ricardo Vallespín Sarabia, que sería director de la construcción de las torres de Camellos (fig. 16) y Cabrerizas Bajas.

Las tres torres disponían de cierta capacidad artillera, pero realmente en poco tiempo tuvieron que ser complementadas con otras obras exteriores, como había previsto Rojí. En la fortificación española del siglo XIX se va a utilizar mucho la torre como elemento defensivo, la mayor parte de las veces con fusilería para defensa de fronteras (torres de Ceuta y Canfranc), para proteger los tendidos del ferrocarril (como las torres de Castejón o Cabra de Santo Cristo), o durante las guerras Carlistas (fuerte fusilero del General Salamanca en Caspe).

En Melilla se siguieron utilizando las torres, casi siempre con finalidad fusilera, hasta finales del mismo siglo XIX, caso de las torres de Reina Regente²¹ (fig. 17) y de Alfonso

FIG. 18 Fuerte de Rostrogordo, 1891, según proyecto de ELIGIO SOUZA. Foto G.C., 2010.



XIII (1893), de planta octogonal, ambas con proyecto de Francisco Roldán. El primer cuerpo del edificio, también aspillero, se remataba por una colisa con cañón giratorio, dándole al conjunto la imagen de un vehículo blindado, aunque finalmente se sustituyó por una torreta de comunicaciones.

3. Los fuertes de trazado poligonal de Eligio Souza

Sin embargo, cuando a finales de la década de los ochenta se plantea el inicio de las obras de los fuertes que constituían la primera línea (los más alejados de la fortaleza), el modelo de torre troncocónica va a ser desechado a favor de fuertes de trazado poligonal con caponeras en sus ángulos. Desde principios de la década de los noventa el ingeniero Eligio Souza y Fernández de la Maza comienza a proyectar y construir la línea de fuertes exteriores con trazado poligonal: el fuerte de Rostrogordo, 1891²², (fig. 18) y el fuerte de Cabrerizas Altas, 1892²³. Nuevas consideraciones defensivas llevaron a elegir nuevos asentamientos y se construyen fortificaciones en otros lugares no previstos inicialmente por Roldán, como el fuerte María Cristina, 1893²⁴, y el fuerte de la Purísima, 1894²⁵.

Se trata de fuertes destacados y, por tanto, aislados, de planta poligonal con foso, que buscaban multiplicar los flanqueos entre sus caras y caponeras para poder controlar al fusil y con artillería toda la zona circundante. Construidos en parajes de geografía irregular, su posición debía asegurar totalmente el control del territorio, proporcionando un punto de defensa autosuficiente.

LA FORTIFICACIÓN DE ISLAS: EL CASO DE LAS CHAFARINAS²⁶

La ocupación de las islas Chafarinas (de oeste a este: Congreso, Isabel II y del Rey) se llevó a cabo en los primeros días de enero de 1848, siguiendo un plan de ocupación y fortificación redactado en 1845 por Miguel Santillana y Díez²⁷. Este ingeniero basaba el esquema general de defensa en la fortificación de la isla central como la más apta para situar a la población y el flanqueo de sendas baterías en las islas laterales de Congreso y del Rey.

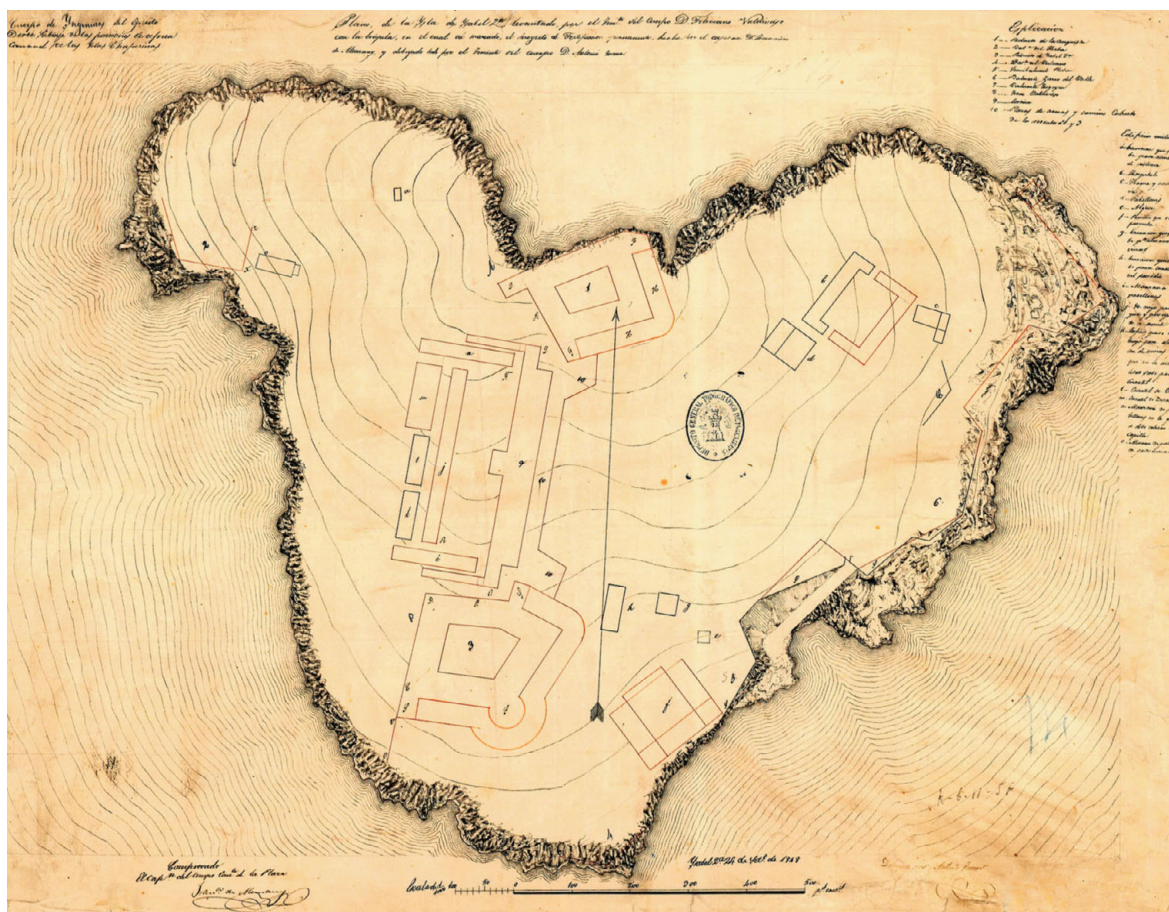


FIG. 19 Plano de la Isla de Isabel 2ª en el cual va marcado el proyecto de fortificación permanente hecho por D. Francisco de Alemany, 24 de septiembre de 1848. Instituto de Historia y Cultura Militar, AIMML, ML-03-14.

1. El primer plan de defensa. El proyecto de Francisco de Alemany²⁸

Los primeros trabajos desarrollados durante los momentos del desembarco estuvieron dirigidos por los ingenieros Juan de Irigoyen, Martín Justo de Villota y Feliciano Valdivieso y Alcázar, y se centraron en levantar las primeras construcciones y defensas en la isla de Isabel II.

Las fortificaciones permanentes consistían en un reduto-batería llamado de la Conquista que se edificó en la zona más alta, al norte. Era de planta hexagonal, disponía de doce piezas artilleras que dirigían sus fuegos fijantes al mar (a una supuesta flota enemiga) y rasantes (en el caso de que el enemigo pudiera haber desembarcado en la isla). Al sur, otro reduto muy parecido, llamado de Isabel I, contaba con siete piezas fijantes al mar. También se construyeron otras baterías más simples en forma de rediente: al sur la que se llamó Vulcano y en el flanco este, un revellín denominado Piles con seis piezas de fuegos rasantes.

También había que amurallar el perímetro de Isabel II, que aunque tiene un perfil escarpado e inaccesible, en algunas zonas fue necesario levantar una pequeña muralla de un metro y medio aproximadamente de espesor. La muralla fue realizada en mampostería, con una única puerta de entrada en la zona de la marina, donde se construía el es-

pigón de atraque. Las otras dos islas debían albergar otras obras o reductos, también con alguna artillería para que cruzara sus fuegos con la isla central, pero finalmente solo se montaron sendos *blockhaus*.

Los principales trabajos consistieron en construir los edificios para formar una población nueva en Isabel II, puesto que las islas estaban desiertas y fue necesaria la construcción de aljibes, tanto para la recogida de agua de lluvia, como para la procedente de barcos, puesto que en ellas no existe agua potable.

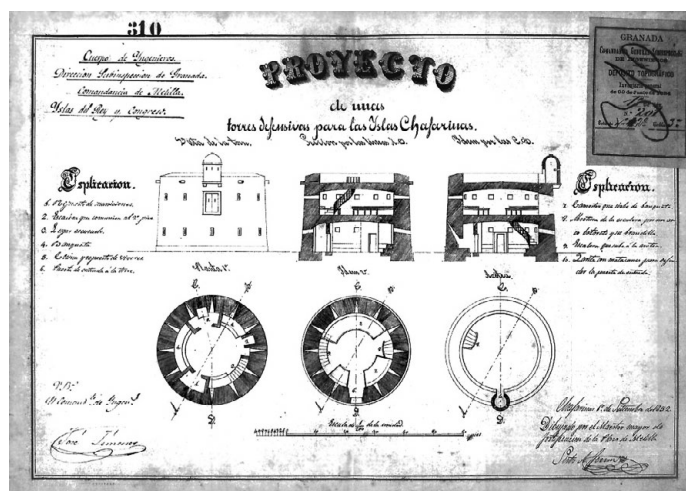
A la marcha de la flota, se hizo cargo de los trabajos el ingeniero Francisco de Alemany y Gil de Bernabé²⁹, que realiza un proyecto general de fortificación de la isla de Isabel II (fig. 19). Alemany planteaba una reforma de la muralla de cierre, utilizando unos perfiles algo arcaicos al basarse en plantas abaluartadas. Por otra parte sustituía los reductos de Conquista e Isabel I por dos fuertes de planta cuadrangular o trapezoidal, y redientes en sus ángulos para flanqueo. Con ello definía un frente fortificado que dividía la isla de Isabel II de norte a sur.

2. El proyecto de Juan Manuel de Ibarreta (1849-1850): el fuerte acasamatado y las torres a la martello³⁰

El proyecto de Alemany no se llevó a cabo, y en los años inmediatos se realizan nuevas propuestas sobre la fortificación de las islas. Juan Manuel de Ibarreta y Ferrer planteaba la construcción de un gran fuerte acasamatado en el centro de Isabel II, armado con sesenta piezas de artillería y que debía servir al mismo tiempo para alojar la guarnición y presidio en tiempo de guerra. Este fuerte se complementaba con una batería a barbeta que debía construirse en el noroeste de Isabel II y las torres que habían de sustituir los *blockhaus* provisionales en las otras dos islas de Congreso y del Rey.

Para estas últimas, Ibarreta diseña entre 1851 y 1852 una propuesta de torres para su defensa³¹. Ambos proyectos, que no llegaron a construirse, siguen el modelo de torres denominadas *a la martello*, que ofrecían capacidad para pequeña artillería y defensa al fusil. La grande estaba prevista para la isla de Congreso (fig. 20) y la pequeña, para la isla del Rey. Este modelo es muy similar al planteado en Melilla por los ingenieros Navarro Ascarza y Francisco Arajol.

FIG. 20 JUAN MANUEL DE IBARRETA, Proyecto de unas torres defensivas para las islas Chafarinas, 1 de septiembre de 1852. Archivo General Militar, R821/1.



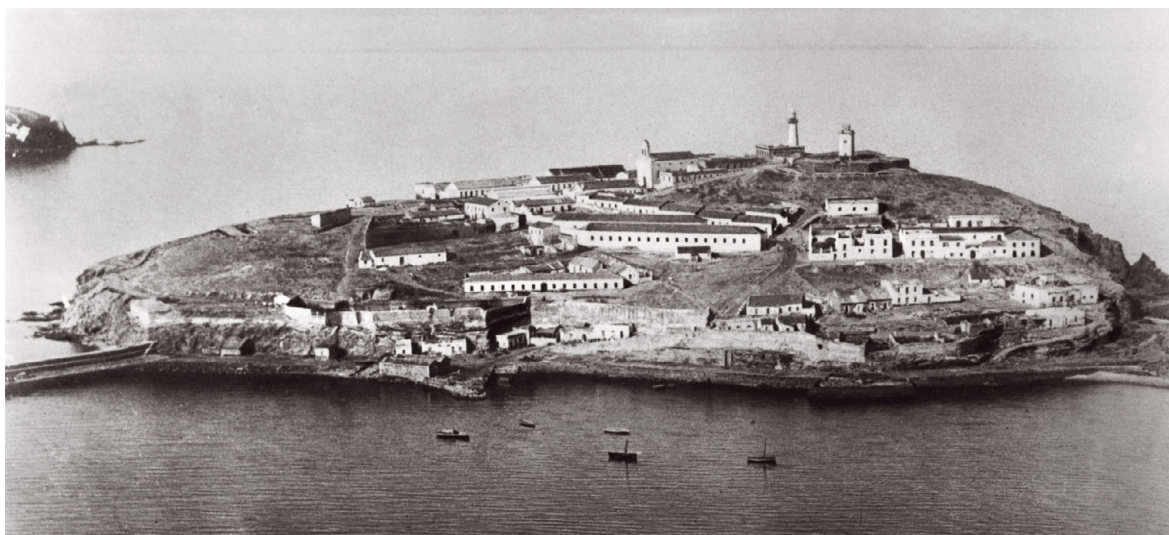


FIG. 21 Fotografía de la isla de Isabel II, en la que se aprecia la estructura urbana de su población.

3. *El proyecto de José María Aparici y de Juan Manuel Lombera de 1859*

Sin embargo, la indefinición sobre el papel que las islas debían de desempeñar paralizó todos estos proyectos y las obras llevadas a cabo se limitaron a pequeños trabajos y un penoso mantenimiento de las fortificaciones, que por estos años se amplían con la construcción de una torre vigía realizada por José María de Aparici y Biedma³².

Como consecuencia de un informe que este ingeniero envía a sus superiores, el Ingeniero General le ordenaba el 7 de agosto de 1857 estudiar un nuevo proyecto de defensa de las islas³³, y Aparici realiza una memoria que firma el 23 de septiembre del mismo año, donde consolida la trama urbana de Isabel II, fijando una estructura urbana de la isla que se mantuvo durante el resto del siglo XIX y buena parte del XX (fig. 21). Por otro lado, el tema de la construcción del puerto fue una parte importante de su plan de defensa.

Fruto de este informe es un nuevo proyecto, que data de 1859³⁴, muy ambicioso y firmado por Juan Manuel Lombera y José María Aparici y que sigue los principios del sistema de fortificación poligonal con casamatas flanqueantes.

El objetivo principal de este proyecto consistía en defender las islas de un supuesto ataque llevado a cabo por una flota enemiga, realizado desde la bahía, razonando que desde alta mar se consideraba que el ataque sería casi imposible. Por esta razón había que buscar tres puntos defensivos en las tres islas: de este modo cualquier barco que entrase en la bahía formada por las Chafarinas estaría batido de una u otra manera desde uno de los puntos. La importancia de los fuertes de las islas menores era fundamental en este proyecto, potenciando el flanqueo entre ellos.

a) **Isla de Isabel II.** Contaría para su defensa con varios fuertes. Al norte se situaba la batería de la Conquista en forma de media luna con cuatro piezas bajo casamatas, destinada a vigilar el mar exterior en todo su flanco norte. Al sur, el fuerte de Isabel I³⁵ que se concebía como la obra principal de la isla y reducto de seguridad para toda la población,

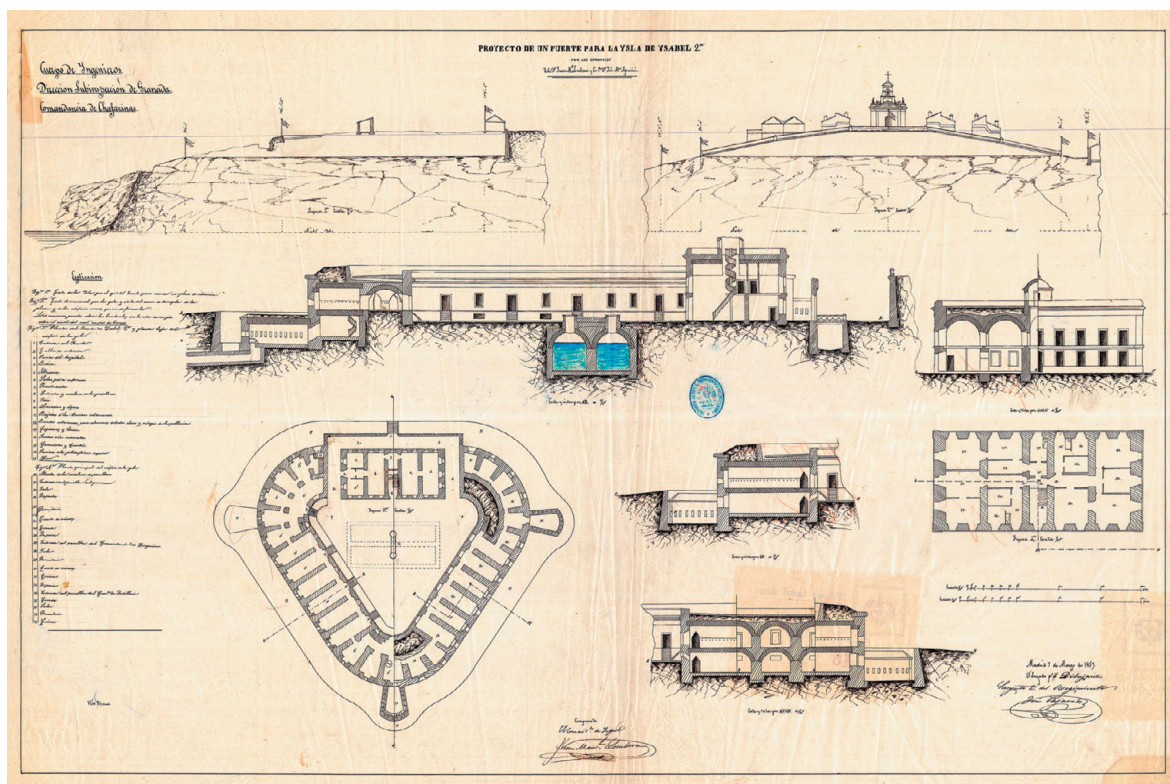


FIG. 22 JUAN MANUEL LOMBERA Y JOSÉ MARÍA APARICI, *Proyecto de fuerte para la Ysla de Ysabel II*, Madrid, 7 de marzo de 1859. Instituto de Historia y Cultura Militar, ML-03-09.

capaz de albergar a mil hombres y que debía contar con cincuenta piezas de artillería (fig. 22). Se trata de un fuerte en forma triangular de vértices redondeados y con caponeras flanqueantes fusileras en el foso. Contaba en su interior con veintinueve casamatas en sus caras y dominaba toda la bahía.

Las murallas proyectadas se basan en las ya existentes: comienzan en un fuerte o batería de ocho piezas, llamada batería del Muelle, que debía vigilar el norte de la isla y la unión con la del Rey. Esta batería de planta pentagonal contaba con ocho casamatas abiertas por la gola, con sus respectivas piezas artilleras. La muralla se continuaba hasta situarse encima del puerto, donde se proyectaba una batería abierta, llamada de la Maestranza (y que luego se llamó de los Tristes). Esta contaba también con ocho piezas y su forma era poligonal con tres líneas que determinan ángulos muy obtusos.

b) Isla de Congreso. En Congreso se planteaba un fuerte autosuficiente, armado de lombardas con veinticinco piezas y cien hombres de guarnición³⁶. Su planta es triangular, rodeado de foso, con los ángulos muy redondeados. La parte principal del fuerte son quince casamatas abovedadas que sirven también de alojamiento para soldados y en las uniones redondeadas entre la gola y las caras del fuerte se situaban dos barbetas, una para cuatro piezas y otra para seis. En el centro del patio se diseñaba un aljibe.

c) Isla del Rey. Por su parte, en la isla del Rey se proyectaba otro fuerte³⁷ capaz para albergar a cien hombres. Su misión era flanquear la bahía con las demás defensas de las

otras islas. La figura de la parte principal de este fuerte es semicircular y tenía doce casamatas para sendas piezas, los fosos flanqueados por dos caponeras para fusilería y en el centro un aljibe. La isla se complementaba con otras dos baterías, una de seis piezas al norte denominada de O'Donnell, y otra al sur de cuatro piezas llamada de Serrano. Ambas de planta circular con casamatas abiertas por la gola y aljibe.

4. 1885-1886: las baterías

El proyecto de Aparici y Lombera no se llevó a cabo, pero el denominado conflicto de las Carolinas, en el que España pudo enfrentarse con Alemania, generó una nueva necesidad de fortificación y desde 1885 se suceden varios proyectos de nuevo artillado, tanto en las islas Chafarinas como en Melilla.



FIG. 23 Cañón de costa Elorza de 24 cm, modelo 1867, número 2, fabricado en Trubia y situado en la batería de los Tristes, Islas Chafarinas. Fotografía de 2007.

El 17 de septiembre de 1885 conocemos datos sobre la instalación de cuatro obuses en Chafarinas. Se trataba de cuatro obuses de avancarga H.R.S. de 21 cm, modelo de 1870, a situar en la batería de la Conquista. Por otra parte, el 29 de octubre se informaba sobre la adaptación en la fábrica Trubia de otros cañones de gran calibre destinados a Chafarinas. Eran dos cañones de costa Elorza³⁸ de 24 cm, modelo 1867, fabricados en Trubia (piezas número 1 y número 2). Dos piezas experimentales y por tanto únicas, la primera situada en montaje de marco bajo y emplazada en la batería de la Conquista, y la segunda en montaje de marco alto, situada en la batería de los Tristes (fig. 23). Estas piezas, de 13.840 kilos, permitían disparar un proyectil perforante de acero sólido de 144 kilos de peso a una velocidad inicial de 320 metros por segundo, capaz de atravesar 15 cm de blindaje a 1.000 metros.

En un plano de 1886 se refleja el estado en el que se encontraban las dos baterías, de la Conquista y de Isabel I, así como el sector de muralla aspillerado donde se proponía construir la nueva batería, al sur de la isla. La batería de la Conquista³⁹ disponía de una torre en su interior y estaba provista de seis cañoneras a barbata, y en los perfiles consta el espesor de los parapetos, que es de unos cinco metros, sin caponeras. Un primer proyecto del ingeniero Ramón Taix pretendía transformarla en un fuerte acasamatado, construir siete caponeras cubiertas con bóvedas y un parapeto mucho mayor (fig. 24).

La batería de Isabel I albergaba tres piezas y se proyectaba para cinco. Aunque de menores proporciones que la anterior, Ramón Taix planteaba la misma idea de fuerte acasamatado. Por su parte, en el sur de la isla se proyectaba una batería para cinco piezas⁴⁰ de planta ligeramente pentagonal, que finalmente no se realizó con esta forma, y que se llamaría de los Tristes.

Finalmente estos proyectos fueron reformados por el mismo ingeniero, simplificando su tipología (y con ello economizando gastos). El proyecto de artillado que se ejecuta definitivamente se refleja en un plano de 1886⁴¹. En él se aprecia la modificación de la batería de Isabel I adaptándola como batería para cinco piezas a barbata sin casamata. La

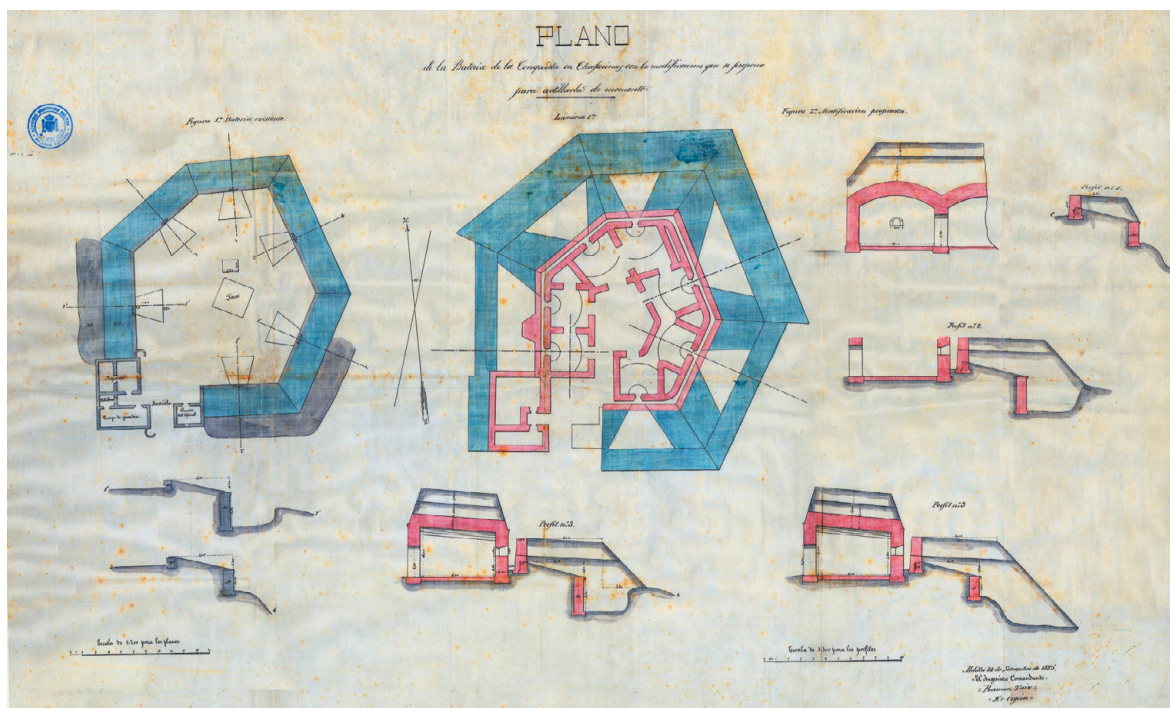


FIG. 24 RAMÓN TAI, *Plano de la batería de la Conquista en Chafarinas con la modificación que se propone para artillarla de momento*, 24 de septiembre de 1885. Lámina 1. Archivo General Militar, Fondo África, R821/5.2.

Conquista por su parte contaría con seis baterías, dos de ellas con abertura en el parapeto. Para terminar, la planta de la batería de los Tristes dispondría de cinco piezas, fortaleciéndose el muro externo de fábrica. Y este es el estado en el que todas estas obras decimonónicas nos han llegado hasta nuestros días, evidenciando los modelos de fortificación de este siglo (fig. 25).



FIG. 25 Las baterías de la Conquista (izquierda) y de Isabel I (derecha) con posterioridad a las reformas del siglo XIX.

ABREVIATURAS

AGM: Archivo General Militar.

AGS: Archivo General de Simancas.

AIMML: Archivo Intermedio Militar de Melilla, IHCM.

IHCM: Instituto de Historia y Cultura Militar.

SGE: Servicio Geográfico del Ejército.

- * Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i *El dibujante ingeniero al servicio de la monarquía hispánica. Siglos XVI-XVIII (DIMH)*, HAR2012-31117, Ministerio de Economía y Competitividad (España).
1. *La Fortification perpendiculaire, ou essai sur plusieurs manières de fortifier la ligne droite, le triangle, le quarré et tous les polygones, de quelqu'étendue qu'en soient les côtés, en donnant à leur défense une direction perpendiculaire* (5 volumes, 1776-1784). - *Supplément au tome cinquième de la Fortification perpendiculaire, contenant de nouvelles preuves de la grande supériorité du système angulaire sur le système bastionné. L'on y a joint l° un supplément relatif aux affûts à aiguille propre à monter l'artillerie des vaisseaux ; II° un supplément au chapitre IXe du cinquième volume, qui traite des différentes méthodes à employer pour la défense d'une rade* (1786). - *L'Art défensif supérieur à l'offensif, ou la Fortification perpendiculaire, contenant de nouvelles preuves de la grande supériorité du système angulaire sur le système bastionné, divers mémoires avec une addition à la théorie des embrasures, donnée au chapitre cinquième du deuxième volume* (1793).
 2. R. PALACIO RAMOS: «La Junta encargada del Plan de Defensa permanente de España de 1855», en *VI Jornadas sobre Fortificaciones*, Aforca, 2006, Recurso digital (consultado 16-01-2015): http://www.aforca.org/jornadas/pon06_11.pdf
 3. *De la défense des places fortes. Ouvrage composé pour l'instruction des élèves du Corps du Génie*, París, Courcier, 1810.
 4. H. CARNOT: *Mémoires sur Lazare Carnot, 1753-1823. Nouvelle édition des mémoires sur Carnot par son fils revue sur les manuscrits de l'Auteur et accompagné de 23 héliogravures tirées des collections de la famille*, t. 2, París, 1907.
 5. A. BRAVO NIETO: «Utopía y realidad. Los planes de defensa y urbanismo del siglo XIX», en: *Cartografía Histórica de Melilla*, Madrid, El Viso, 1997, pp. 125-138. También del mismo autor y de J. A. BELLVER GARRIDO: *Arquitectura militar neomedieval en el siglo XIX: los fuertes exteriores de Melilla*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2006. Finalmente A. BRAVO NIETO, J. A. BELLVER GARRIDO, F. SARO GANDARILLAS: *Arquitectura militar del siglo XIX. Fortificación y neomedievalismo en los fuertes exteriores de Melilla*, Melilla, Fundación GASELEC, 2011.
 6. *Plano de Melilla y campo enemigo copiado del que existe en la Comandancia de dicho punto levantado por el Teniente de Ingenieros Rafael Pallette con el proyecto de los fuertes en el campo y medios de mejorar la línea exterior por el Comandante Capitán de dicho cuerpo D. Miguel Navarro Ascarza*. IHCM. AIMML. Cartoteca, Melilla.
 7. *Proyectos de fuertes para mejorar la defensa de la línea exterior de la plaza de Melilla y para asegurar la posesión de los nuevos límites de deben darse a dicha plaza formados por el Comandante Capitán del Cuerpo D. Miguel Navarro Ascarza, por disposición del Excmo. Sr. Ingeniero General*, Chafarinas 31 de marzo de 1862. IHCM. ML-10-06.
 8. *Anteproyecto de ensanche de las fortificaciones de la plaza de Melilla por el Teniente Coronel del cuerpo de Ingenieros D. Francisco Arajol y de Solá, comandante del arma en dicha plaza, comprende también la modificación mandada efectuar por el Excmo. Sr. Ingeniero General en 6 de septiembre pasado del proyecto de línea de fuertes en el campo fronterizo presentado por el Comte. Capitán del Cuerpo D. Miguel Navarro y Ascarza*, 26 de octubre de 1864. Hoja 1. IHCM. X- ML-09-09.
 9. *Anteproyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla formado por el teniente Coronel del cuerpo de ingenieros D. Francisco de Arajol y de Solá, comandante del arma en dicha plaza, Torre defensiva para cuarenta hombres con un cañón giratorio en su plataforma*, 4 de octubre de 1864. IHCM. Cartoteca.
 10. *Anteproyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla formado por el teniente Coronel del cuerpo de ingenieros D. Francisco de Arajol y de Solá, comandante del arma en dicha plaza, Cuerpo de guardia defensivo para doce hombres*. Hoja III, IHCM. Cartoteca.
 11. Aún existe otro proyecto de Arajol de 1864 en el que diseña un fuerte defensivo con capacidad para 120 personas en una sola altura. Tenía forma de cruz griega, con los lados curvos donde se asentarían casamatas para cañones y lados donde se abren aspilleras para fusilería en dos niveles de disparo. *Fortificaciones de Melilla. Fuerte central en el que pueden alojarse ciento veinte hombres, proyectado por...* Francisco Arajol y de Solá, 20 de febrero de 1864. Hoja V. IHCM. ML-09-13.
 12. *Anteproyecto de ensanche de la Población de Melilla, formado por el Teniente Coronel del cuerpo de Ingenieros D. Francisco Arajol y de Solá, comandante del arma en dicha plaza*, 25 de octubre de 1864. Hoja II. IHCM. X-ML-09-10.
 13. Roldán sí modifica aquí totalmente lo propuesto por Arajol, puesto que la disposición de las manzanas son diferentes.
 14. *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla, formado por el capitán del cuerpo de ingenieros Don Francisco Roldán y Vizcaíno. Fuerte L, nº 10*, de 5 de marzo de 1866. AIMML. Cartoteca. Madrid, 8 de febrero de 1867. IHCM, 4703/20.
 15. *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla*. 1/5.000. Plano sin firma ni año, es copia del proyecto de Francisco Roldán. SGE nº 165.
 16. *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla. Torre C, nº 4*. Francisco Roldán y Vizcayno, 1866. IHCM. AIMML, nº 67.
 17. *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla, Torre A, formada por el capitán del cuerpo de ingenieros Don Francisco Roldán y Vizcaíno, nº 2*. Madrid, 1 de febrero de 1867, escala 1/200, dibujado por Francisco Roldán. Proyecto aprobado por RO de 1868. IHCM. AIMML. Cartoteca.
 18. *Proyecto de ensanche de las fortificaciones de Melilla, Torre B, formada por el capitán del cuerpo de ingenieros Don Francisco Roldán y Vizcaíno, nº 3*. Madrid, 1 de marzo de 1867. IHCM, 4303/18.
 19. *Hoja nº 2. Melilla 17 de diciembre de 1871, el ingeniero de Detall Alejandro Rojí Dinares, aprobado Madrid 10 de febrero de 1872. Comprobado Miguel Navarro Ascarza, VBº Onofre Rojo*. IHCM, 4705/4. Hoja 3. Aprobado 10 de febrero de 1872. Alejandro Rojí Dinares, 17 de diciembre de 1871. IHCM, ML-07-03.
 20. *Planos, cortes y vistas de las lunetas y fuerte de la Puntilla que se proyectan para asegurar los límites de la plaza, formado por Alejandro Rojí*, Visto bueno de Miguel Navarro Ascarza, 4 de noviembre de 1871. IHCM, ML 10-04.
 21. *Proyecto del fuerte de Reina Regente*. 15 de enero de 1894, Francisco Roldán. AGM 3/3/121.
 22. *Torre de Rostrogordo, 1ª línea, 1887-1890. Anteproyecto de fuerte, por el ingeniero Eligio Souza*. AGM 3/3/146.

23. *Proyecto de fuerte de Cabrerizas Altas, designado proyecto de defensa con la letra A, 15 de Agosto de 1890, ingeniero Eligio Souza*. Presupuesto: 174.890 pesetas. AGM 3/3/121.
24. *Proyecto de fuerte auxiliar de defensa en el barrio del Ensanche, por el ingeniero Eligio Souza*. Sin planos. AGM 3/3/121.
25. *Tanteo de fortificación de la meseta de Sidi Aguariach*, de 8 de octubre de 1891, firmado P.I. por Vicente García del Campo. AGM 3/3/122. *Memoria del proyecto de fuerte en Sidi Guariach*, 27 de octubre de 1892, Eligio Souza. IHCM. AIMML. 2/400 y AGM.
26. A. BRAVO NIETO: «Fortificaciones y arquitectura militar de las islas Chafarinas durante el siglo XIX», en *Chafarinas. El ayer y el presente de unas islas olvidadas*, I, revista *Aldaba*, nº 37, 2013.
27. *Visita del brigadier Miguel Santillana en 1845*. AGM. Fondo África, R 823.6.
28. Todas las referencias en: *Memoria, Málaga 4 de febrero de 1848, José del Hoyo, Coronel Jefe de E.M. Resumen histórico de la expedición y ocupación militar de las islas Chafarinas*, SGE Caja 6, nº 5. Ver el primer plan de obras en *Proyecto de Fortificación de las islas Chafarinas*. AGM. R823.1.
29. *Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Comandancia de las islas Chafarinas. Plano de la Isla de Isabel 2ª levantado por el teniente del cuerpo D. Feliciano Valdivieso con la brújula, en el cual va marcado el proyecto de fortificación permanente hecho por el capitán D. Francisco de Alemany y dibujado todo por el teniente del cuerpo D. Antonio Torner. Isabel II, 24 de septiembre de 1848*. IHCM. AIMML. ML-03-14.
30. *Plano de Isabel II en que se indican las obras necesarias para su ocupación permanente según el dictamen de la comisión que entiende en este asunto, en esta Dirección General de orden superior. VºBº Francisco Serrallach, dibujado por el capitán de ingenieros Onofre Rojo. Madrid 23 de febrero de 1849*. IHCM, AIMML, Melilla, nº 416 y otro igual en 398.
31. *Torre vigía y torre reducto para las islas del Rey y Congreso*, P.D. Juan M. de Ibarreta 1851 (aunque es copia de 1857). Granada 6 de mayo de 1857, es copia, Manuel Pérez Ruiz. Comprobado Vicente Beleña, VºBº Aparici. IHCM, Melilla, nº 415. *Proyecto de unas torres defensivas para las islas Chafarinas*. 1 de septiembre de 1852, José Jiménez, dibujado por el maestro mayor de fortificación de la ciudad de Melilla Sixto A. Ferrín. Forma parte del expediente *Memoria sobre la fortificación permanente que se ha de ejecutar en las islas Chafarinas según dictamen de la Dirección General del Arma*, 31 de marzo de 1851. Juan Manuel Ibarreta. AGM, R821/1.
32. *Proyecto de una Vigía para la Ysla de Isabel Segunda. Melilla 16 de noviembre de 1856, dibujado por el comandante del cuerpo José María Aparici*. IHCM, AIMML, Melilla.
33. *Plano de la Ysla de Isabel 2ª, que acompaña al presupuesto formado por el comandante D. José María Aparici de las obras que ha proyectado con arreglo a las instrucciones del Exmo. Señor Ingeniero General del 7 de agosto de 1857*. ML-03-18. Granada 25 de septiembre de 1857, dibujado por el comandante José María Aparici. VºBº el coronel director subinspector into. Manuel Valdés. Hay otros dos muy similares de 16 de octubre, dibujados por Ricardo Valdivieso. IHCM, AIMML. Melilla nº 405, y ML-03-17. La memoria la firma Aparici el 23 de septiembre de 1857. 651/8.
34. *Proyecto de fortificación, edificios y puerto de las islas Chafarinas, 10 de enero de 1859, Lombera y Aparici*, AGM, sig. 4-5-9-12. 74 folios. Contiene varios planos. *Plano de la isla de Isabel 2ª como quedará después de concluidos los edificios aprobados y las defensas proyectadas por los coroneles T.C. Don Juan Manuel Lombera y Comandante Don José María Aparici*. Madrid, 16 de abril de 1859. Dibujado por el dibujante sargento 2º del Regimiento José Pajarero. Comprobado Juan Manuel Lombera. IHCM. ML-03-10.
35. *Proyecto de fuerte para la Ysla de Ysabel II por los coroneles T.C. Don Juan Manuel Lombera y Comº. Don José María Aparici*. Madrid, 7 de marzo de 1859. Dibujado por el dibujante sargento 2º del Regimiento José Pajarero. Comprobado Juan Manuel Lombera. IHCM. ML-03-09.
36. *Proyecto de un fuerte para la isla de Congreso*. 1859. José Manuel Lombera y José María Aparici. AGM, 4-5-9-12.
37. *Proyecto de un fuerte para la isla del Rey*, 1859. AGM. 4-5-9-12.
38. A. MORTERA PÉREZ: «S.O.S. Museos», en *Historia Militar*, julio 2000, pp. 239-240.
39. *Proyecto de obras para el artillado rápido*, Melilla, 25 de marzo de 1886. AGM. Fondo África R821/5.2. 1885. *Plano de la batería de la Conquista en Chafarinas con la modificación que se propone para artillarla de momento*. Lámina 1. Melilla 24 de septiembre de 1885, Ramón Taix. AGM. fondo África R821/5.2.
40. *Proyecto de una batería para cinco piezas que se propone de momento para la isla Isabel 2ª (Chafarinas)*. Lámina 3. Melilla, 24 de septiembre de 1885, Ramón Taix. AGM. Fondo África R821/5.2.
41. *Proyecto de obras para el artillado rápido en las islas Chafarinas*, 25 de marzo de 1886. Ramón Taix. AGM. Fondo África R821/5.2. Otro en: R825.2 con Eligio Souza y Ramón Taix. AGM. Fondo África R821/5.2.

[Volver al índice](#)

De los problemas locales a las soluciones globales. Ingenieros militares y transferencia cultural en la América ilustrada*

PEDRO LUENGO GUTIÉRREZ
Universidad de Sevilla

En los últimos años ha crecido el interés sobre la historia de las *open-air sciences*¹. El desarrollo en Europa del conocimiento cartográfico, de la botánica o de la astrología dependía del trabajo de campo desarrollado en América, Asia y África². Este fenómeno de diálogo cultural y científico apenas cuenta hoy con estudios históricos, lo que dificulta un análisis comparativo interterritorial. Dentro de la historia de este tipo de disciplinas científicas las que más interés han suscitado recientemente han sido las llevadas a cabo por los ingenieros militares como parte de sus actividades oficiales en las colonias³. Estos oficiales europeos, además de responsables junto a otros militares de la defensa del territorio, se encargaron de desarrollar la cartografía terrestre y llevar a cabo los sondeos marítimos. Por necesidades de su trabajo se vieron obligados a realizar informes sobre materiales de construcción, lo que desembocó en estudios sobre geología y en especial de especies arbóreas de los territorios en los que estaban destinados. Además, cabe destacar su apuesta por la incorporación de nuevas tecnologías o sus mediciones atmosféricas. Esto ocurrió de forma general en todas las potencias europeas aunque la organización del cuerpo de ingenieros y su evolución fue modificando las prioridades y su capacidad de adaptación de lo global a lo local. El Cuerpo de Ingenieros fue dejando su monopolio como *intermediario* científico a lo largo del siglo XVIII, dando paso a otros profesionales como los agrimensores o los ingenieros civiles, pero en los territorios españoles su protagonismo se dilató⁴.

Todas sus capacidades y habilidades permitieron a la metrópoli correspondiente un rápido conocimiento de los territorios, pero resulta evidente que los escasos ingenieros destinados a América y Asia no pudieron generar tal caudal de información, sino solo procesarla⁵. Serían profesionales indígenas, muchos sin formación científica occidental pero probablemente vinculados con las tradiciones locales, los que de forma anónima contribuyeron a esta empresa de transferencia cultural. Ellos pondrían las bases de un

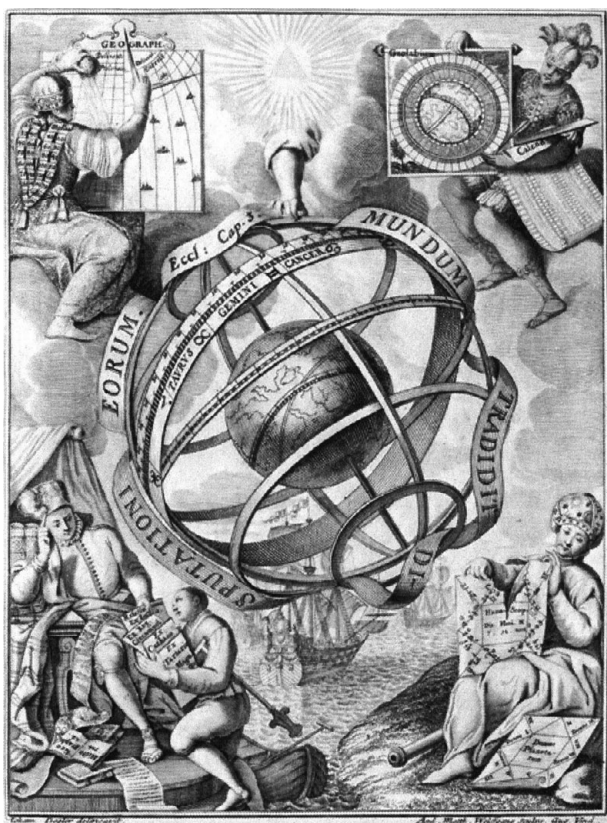


FIG. 1 HEINRICH SCHERER, *Critica quadripartita, in qua plura recens inventa, et emendata circa geographiae artificium, historiam, technicam, et astrologiam scitu dignissima explicantur*, Johan Caspar Bencard, 1710.

posterior análisis técnico por parte de los ingenieros. Estos a su vez trasladarían las propuestas técnicas a la metrópoli convirtiendo una solución local en un posible recurso global. La metrópoli aglutinaba el conocimiento más actualizado sobre ingeniería y lo exigía en su control de las fortificaciones americanas, planteando fórmulas generalmente aceptadas en Europa en referencia a problemas locales. Estas coordenadas se dan desde poco después de la llegada europea a los diferentes territorios, por lo que sería posible que las dinámicas de diálogo científico se dieran desde los primeros momentos. Aunque no se pueda descartar esta posibilidad, la documentación sobre el tema es mucho más prolija a lo largo del siglo XVIII que en etapas anteriores. De hecho, podría darse como inicio de esta revalorización de la contribución científica indígena el grabado de la anteportada del libro de Scherer (1710). Aquí las

cuatro partes del mundo contribuyen a la creación de una nueva ciencia global renunciando en parte a sus tradiciones locales⁶ (fig. 1).

En este contexto, el presente trabajo trata de identificar procesos de transferencia cultural entre los ingenieros militares y las comunidades indígenas en territorios bajo la administración española. Más concretamente se planteará en el ámbito de la construcción, la cartografía y, como consecuencia de ambos, del entorno natural circundante. Se parte necesariamente del concepto de ingeniería militar como ciencia y por tanto abstracta y global, para pasar después a procesos de diálogo y finalmente a la legitimación internacional de los frutos de este contacto. Para ello se realizará una visión interterritorial, comparando procesos similares en todo el ámbito novohispano, desde Filipinas hasta Cuba, pasando por México. Estos resultados serán puestos en relación con los obtenidos en investigaciones similares sobre la labor de los ingenieros militares en otras zonas.

INGENIERÍA MILITAR EUROPEA COMO CIENCIA UNIVERSAL

Durante el siglo XVII el desarrollo científico europeo pareció superar el de cualquier otro territorio. Esta hegemonía parecía llevar implícita un escaso enriquecimiento de otras tradiciones científicas, incluso cuando coincidió con una notable expansión territorial.

Así, tanto la ingeniería como la cartografía aparecían como disciplinas científicas, y por tanto universales, que solo podían realizarse con garantías desde la metrópoli a partir de unos mínimos datos facilitados desde el territorio a tratar⁷. El trabajo de campo en forma de mediciones, de análisis de la orografía del terreno o de su entorno natural parecía poco relevante. Como ciencias estaban avaladas por su carácter universal y abstracto. Por ello, aún en el tratado de Belidor, una referencia habitual tanto en el ámbito europeo como en el ultramarino, la ingeniería militar sigue sin detenerse en las contribuciones coloniales, ni en los retos que planteaba su defensa⁸. De esta manera, los ingenieros militares que dejaban la Península Ibérica estaban obligados a trasladar a sus destinos las últimas novedades en la materia. Para ello, llevaban consigo manuscritos basados en tratados europeos, posiblemente como resultado de su formación académica⁹. Por el contrario, hasta el momento no se han encontrado materiales similares de origen hispánico que pudieran ponerles en antecedente de las dificultades que deberían afrontar a su llegada a su destino americano o asiático.

El Archivo General de Indias conserva varios tratados manuscritos de esta época, copias de obras europeas, que seguramente formaban parte de la formación de algún ingeniero enviado a América. El más antiguo está escrito en holandés¹⁰, aunque ofrece algunos capítulos en francés¹¹. Parece una obra del siglo XVII, ya que cita numerosos hechos de la primera mitad del seiscientos. Fue enviado junto con los expedientes de finales de siglo del Gobernador de Puerto Rico, lo que apoya tal posibilidad¹². Cuenta con «Le Plan de la Forteresse Leopolde», un fuerte hexagonal abaluartado en la tradición de Vauban. Por último cabe señalar la existencia de un diccionario muy amplio sobre fortificación que podría datarse por la letra en la segunda mitad del siglo XVIII, que perteneció al ingeniero Juan Garland¹³. Por desgracia las láminas que debían complementarlo se han perdido, aunque están citadas en el texto. Se explica cómo hay que enviar los proyectos a la metrópoli, tanto en número de dibujos, como en la forma. A estos ejemplares hay que sumar otro en castellano con numerosos dibujos y anotaciones en francés que podría datarse por las referencias que ofrece en el reinado de Fernando VI (1746-1759)¹⁴. Comienza con una especie de diccionario acompañado de unas máximas, de forma similar a otros tratados contemporáneos. Después funciona con el sistema problema, «escollo» y solución. Ofrece además tablas de conversión de medidas de toda Europa. Se citan constantemente tratados de fortificación europeos, entre ellos el tratado de Fritach¹⁵, las memorias de Vauban¹⁶, las memorias de Goulon¹⁷, o el tratado de Coehorn, entre otros¹⁸. También se hace alusión a otros españoles como el Fernández de Medrano¹⁹ y la Escuela de Palas²⁰, como expresión de propuestas más modernas. Ambos ejemplos tempranos muestran la intención de los ingenieros de aplicar estos textos y modelos en América, sin reparar en las particularidades de la zona.

Desde finales del siglo XVII, la presencia de destacados ingenieros militares internacionales en América fue modificando esta visión²¹. Ya Muller subraya en su tratado la importancia que tuvo para los textos de Blondel su experiencia antillana de 1664, que solo se trasladaría a sus intervenciones en la Academia de Ciencias francesa²². Barker también apunta tímidamente al interés de renovar la ingeniería militar inglesa y en sus colonias²³. Esta globalización va en paralelo con la de los conflictos internacionales que cuentan con episodios particulares tanto en América como en Asia. La descripción de los proble-

mas de defensa de puertos como Cartagena de Indias o La Habana irá desplazando poco a poco a las tradicionales sobre urbes del viejo continente²⁴. Pero habitualmente se trató de discusiones europeas a partir de crónicas, no de informes técnicos de ingenieros militares. Así Montalembert es el primero en dedicar un capítulo completo de su tratado a analizar los sitios de Cartagena de Indias y La Habana para respaldar su nuevo modelo de fortificación²⁵. El interés por las plazas americanas se acrecentaba tanto en España como en el resto de Europa, pero también las posiciones enfrentadas sobre la necesidad de realizar el proyecto de defensa tras conocer el enclave o si era un simple problema matemático a solventar desde la metrópoli.

En cualquiera de los casos era necesario contar con información detallada de la zona, facilitada por profesionales destacados en América a través de sus informes. Tanto los mapas como los planos de los nuevos proyectos requerían de una adaptación del profesional al medio, careciendo de instrumental para realizar las mediciones o del conocimiento sobre los costes materiales, por citar algunos impedimentos. Por ello, desde muy temprano se vio que la aplicación directa de esta ciencia en el terreno resultaba defectuosa cuando no imposible, por lo que autores como Silvestre Abarca o Dionisio O'Kelly comienzan a solicitar al Comandante General del Cuerpo de Ingenieros que acepte las adaptaciones y mejoras propias de cada territorio. En un primer momento esto se consideró una conciliación necesaria de la disciplina científica, no como un enriquecimiento de la misma. La mayoría no llegaron a convertirse en materiales utilizados por la metrópoli para solucionar problemas similares en otros territorios vecinos, lo que podría haber permitido una retroalimentación del sistema.

LA CIENCIA MODERNA COMO NEGOCIACIÓN INTERCULTURAL

El intento de trasladar directamente la *ciencia* europea a los territorios ultramarinos no solía soportar los primeros meses de estancia en el destino. Las particularidades del terreno obligaban al ingeniero a aprovechar al máximo su conocimiento práctico, por lo que los ingenieros militares experimentados en batalla y los formados en las obras tuvieron más éxito que los teóricos y los proyectos enviados directamente desde la metrópoli. Esto llevó al diálogo con las tradiciones locales, especialmente en dos apartados. En primer lugar sobre aspectos constructivos, desde la selección de materiales de construcción hasta técnicas concretas. Esto les obligó a conocer las cualidades de las maderas autóctonas o a crear mezclas de cal de uso local. En segundo lugar, llevó a un diálogo sobre la representación del territorio. Las fórmulas cartográficas occidentales debieron desarrollarse con la habitual carencia de instrumental y de personal cualificado. Todo esto, en vez de reducir la calidad de los resultados como podría parecer inicialmente, produjo una síntesis de gran valor que fue aprovechada especialmente en el siglo XIX.

Diálogo sobre técnicas constructivas y materiales

El número de ingenieros militares destinados a América, aunque fue creciente en el siglo XVIII, fue siempre escaso. Esto obligó a que todos ellos se rodearan de cuadrillas de ope-

rarios. Aunque muchos terminarían dedicándose a otros oficios, un número notable aprovechó este periodo como etapa de formación que finalmente le permitiría solicitar la incorporación al Cuerpo de Ingenieros con carácter voluntario. De hecho, Galland ya apuntó el aumento de ingenieros de origen americano y asiático en las décadas finales del siglo²⁶. Sin duda, este es el caso más claro de transferencia cultural y de diálogo constructivo, conociéndose diferentes casos, tales como Juan de Císcara (Cuba), Tomás de Castro y Andrade (Filipinas), Suárez Calderín (Cuba) o incluso el caso de Vicente Laureano de Mémije²⁷. Esta apertura facilitaría el camino a otros posteriores como Francisco José Justis, nacido en La Habana pero de formación probable en la Península, o José Cortines Espinosa, nacido en Caracas (1782)²⁸. Todos ellos incorporarían su experiencia inicial a la formación científica ofrecida por los ingenieros militares. Quizás por esto, el aumento de ingenieros americanos y asiáticos coincide cronológicamente con la aceptación de métodos constructivos del mismo origen.

Un paso más en la formación de profesionales locales fue la creación de academias de matemática e incluso de ingeniería militar en estos territorios²⁹. Una de las más destacables aunque efímera fue la de Cartagena de Indias, creada en 1730 por Juan de Herrera Sotomayor, que apenas continuó tras su muerte en 1736 justo cuando había obtenido el rango de Real Academia. A esta le seguiría la Academia de Matemáticas de Manila, activada bajo el gobierno del marqués de Ovando (1750-1754) y que continuaría hasta la década de los sesenta en las aulas de la Compañía de Jesús. En paralelo aparecerían academias similares en Chile en 1759, en Yucatán gracias al ingeniero Antonio Esach, en La Guaira por el teórico gaditano Manuel Centurión en 1761, o en Nueva España por el ingeniero Simón Denoux en 1777. Todas ellas se caracterizan por ser iniciativas personales que apenas sobrevivieron a sus fundadores. Pocos datos se conservan sobre los alumnos que cursaron estudios en ellas, pero parece evidente que no pocos fueron nativos, bien indígenas o criollos, de la alta sociedad, buenos conocedores de las particularidades de su territorio.

Aunque aún no se ha estudiado profundamente, esta generación de ayudantes de ingenieros debió estar detrás de muchas de las soluciones locales que permitieron a los profesionales europeos aplicar los conceptos constructivos teóricos. La tratadística de principios del siglo XVIII no se detuvo en apuntar fórmulas de adaptación al medio americano y asiático, a pesar de ser uno de los focos constructivos más activos del momento. Por ejemplo, el problema de los cimientos parece quedar obviado en buena parte de los tratados, lo que no parece se remediara durante la formación hispana. Por ejemplo, se sabe que Dionisio O'Kelly criticó desde su llegada a Manila la escasa calidad de los cimientos. Cuando inició su primera obra debió recurrir a profesionales locales para que le indicaran fórmulas para construir sobre un territorio fangoso que además quedaba a merced de las mareas. Tanto en Manila como en México o en Cuba es común encontrar como solución una estructura de estacas, llamadas por Lucuce *pilotes*, sobre las que descansa una estructura de madera que sostiene los cimientos de la construcción³⁰. Esto fue especialmente útil para la construcción de puentes, normalmente sobre terrenos pantanosos, pero ni siquiera en este tipo de obras eran habituales los pilotes en proyectos europeos³¹. Este problema también se controlaba gracias al *zarzo*, una especie de enramado que servía para contener los movimientos de tierra. Estos terrenos pantanosos no

eran tan comunes en Europa como lo fueron en los puertos de América y Filipinas, de ahí que los tratados españoles sean más claros en su definición según avanzaba el siglo XVIII. De todas formas, parece evidente que este tipo de conocimiento debió desarrollarse principalmente en América y Filipinas, aunque fuera finalmente legitimado en la metrópoli. Los cimientos solían generar problemas iniciales en las obras, pero pronto aparecían otros obstáculos.

Mientras que los informes de la primera mitad del siglo XVIII apenas usaban referencias a maderas o piedras nativas, durante la segunda mitad el conocimiento de este tipo de materiales se generalizó. Un primer caso estudiado es el de Cuba, aunque sin un carácter específicamente militar³². La inexistencia de arquitectos en la isla lleva a pensar en que fueron los ingenieros militares, en colaboración con constructores locales, los que incorporaron estos materiales. Algo similar ocurre en Filipinas cuando Miguel Antonio Gómez se encargó de hacer una interesante relación de las maderas más útiles del archipiélago con fines constructivos³³. Las maderas no sólo eran una adaptación de las necesidades europeas a la zona, sino que sus particularidades permitían realizar obras imposibles en Europa. Por ejemplo, la madera filipina de molave era ya conocida por su carácter incorruptible bajo el agua, a la que se podrían sumar la banaba o el mangachapuy. Características similares tienen algunas maderas cubanas como el mangle negro, la cuya o el caguanis, por citar algunos ejemplos. Sus propiedades se fueron poniendo en práctica a lo largo del siglo XVIII, aunque no sería hasta el siglo XIX cuando las publicaciones sobre ingeniería militar se harían eco de su existencia³⁴. Estas nuevas maderas permitían poner en práctica soluciones constructivas locales impensables en la metrópoli. Por ejemplo, las tradiciones prehispánicas de estos territorios tenían una importante dependencia de las cubiertas ligneas por lo que el conocimiento práctico era destacable. Así, las cubiertas de los edificios militares de Cuba o Filipinas resultan diferentes a las habituales en el ámbito europeo.

Dentro del capítulo de materiales un problema general entre los ingenieros enviados a ultramar fue la calidad de la cal, tanto su producción como su aplicación posterior en muros de diferentes materiales. Cada zona desarrolló sus propias mezclas de cal con otros materiales diversos, basadas en la experiencia previa de cuadrillas e ingenieros³⁵. Una muestra de ello la encontramos en Filipinas donde se acostumbraba a usar soluciones que eran más habituales en China que en el ámbito novohispano. Estas mezclas, descritas como tradicionales a partir del siglo XIX, estaban realizadas a partir de cal de ostras amalgamada con paja de arroz picada o papel de estraza³⁶. Incluso no era extraño que se incorporaran otros ingredientes más raros como el huevo de pata o la miel de caña para mejorar la calidad de la mezcla³⁷. La decisión sobre la cal estaría íntimamente ligada a la estructura del muro, que también vio modificada sus dimensiones y características según las zonas. En Filipinas se desarrollaría el *tabique pampango* como solución antisísmica³⁸. En Cuba también existían *tabiques entramados de madera* que por el contrario fueron prohibidos en la segunda mitad del siglo XIX³⁹.

Salvados los problemas constructivos más técnicos que solían escapar de la crítica desde la metrópoli, los ingenieros debían proponer proyectos defensivos al Comandante General de Ingenieros. Este esquema fue habitual entre las diferentes potencias europeas, por lo que los problemas pueden verse en paralelo. Los ingenieros destinados a

América y Asia debían aplicar la *ciencia moderna* en estas urbes, pero cumpliendo con una serie de requisitos locales que pocas veces eran comprendidos desde la metrópoli. Quizás uno de los casos más claro en este sentido lo encontramos en la declaración del ingeniero encargado de reformar las defensas de la Pondicherry francesa (India) ante sus superiores en Europa. La metrópoli planteaba un plan de fortificación rechazado por la ciudad asiática y sus profesionales lo que llevó a una intensa lucha a pesar de un previsible ataque. La *ciencia* parecía no ser universal como se afanaban en probar los teóricos franceses en ese momento, sino aplicable a cada caso según el criterio profesional del ingeniero, lo que restaba protagonismo al responsable del Cuerpo.

En Francia existe una conducta necesaria, seguida regularmente en todos los casos, que parece debe ser observada igualmente por todos, así en las colonias, como en todas partes, lo que implica no sólo permiso, sino obligación a seguirla. A veces un pan o una secuencia de contrariedades ha llevado a los desafortunados acontecimientos. (*En France il y a une conduite nécessaire, suivie régulière dans toutes les affaires, il semble qu'elle doive être vu même par tous, et que dans les colonies, comme ailleurs, il doit non seulement permis, mais de droit de faire son devoir. Je parfois pour un pain ou un enchainement de contrariétés avoir amène a des événements fâcheuse*)⁴⁰.

El caso francés no fue excepcional. En Manila se han localizado discusiones similares entre Miguel Antonio Gómez y Juan Martín Cermeño, Comandante General del Cuerpo, resueltas parcialmente con la llegada de Dionisio O'Kelly a Filipinas. Algo similar ocurre también con la propia fortificación del monte de La Cabaña en La Habana, en la que Silvestre Abarca decide imponer finalmente su proyecto frente a las propuestas enviadas desde la corte por otros ingenieros, mayoritariamente franceses.

En todos estos casos se puede observar que en el ámbito de la construcción se desarrolló un claro diálogo entre la *ciencia europea* de los ingenieros militares y los conocimientos prácticos de otras tradiciones. Durante el siglo XVIII se produjo un proceso de conocimiento y puesta en práctica local de estas técnicas, que estaban aún lejos de constituir una contribución al conocimiento universal, como sí lo harían en el siglo XIX.

Diálogo cartográfico

Como se viene mostrando, desde su llegada a los territorios ultramarinos los ingenieros estuvieron obligados a rodearse de profesionales locales experimentados que les garantizaran abordar las obras con garantías. Y esto ocurrió no solo en las construcciones, también puede identificarse para el resto de actividades propias de los ingenieros en América y Filipinas. En el siglo XVIII cabe destacar su interés por el conocimiento y la descripción del territorio⁴¹. La mayor parte de las contribuciones cartográficas de este momento fueron sondeos navales de accesos a puertos, aunque el interés por los territorios interiores fue creciendo⁴². Abordar el conocimiento del interior era fundamental para el control imperial, pero se basó en representaciones cartográficas muy básicas hasta bien entrado el siglo XVIII. Los escasos ingenieros militares, quienes en muchos casos firmaron estas representaciones, no pudieron afrontar solos la medición de ríos, caminos o bahías. Es

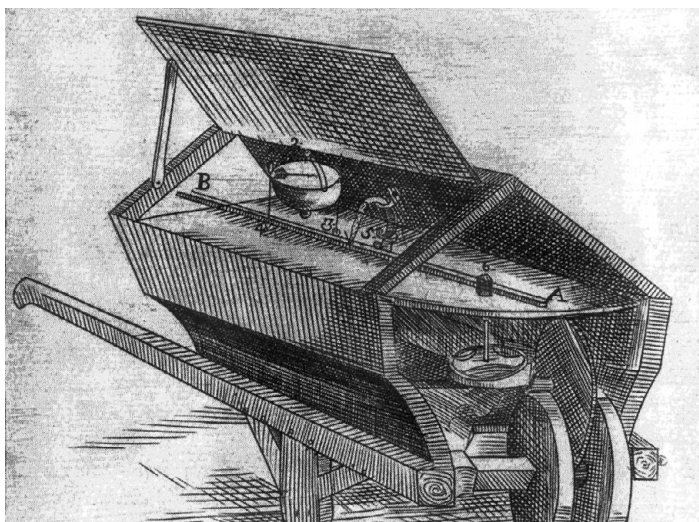


FIG. 2 FÉLIX PRÓSPERI, «Instrumento stadiométrico para levantar Planos de reinos». Lám. LVIII.

más probable que sus autores fueran ayudantes nativos, quienes de forma básica ofrecían una representación de gran utilidad para la administración sin mayores intenciones científicas, ya que para ello se requería de personal cualificado que tomara numerosas mediciones que se trasladarían posteriormente al mapa⁴³. A pesar de esto, poco a poco se incorporarían escalas y distancias más exactas basadas en un intenso trabajo de campo. Incluso empiezan a encontrarse trabajos de agrimensores cuyo resultado era mucho más científico y exacto aunque aplicado a casos muy excepcionales.

A pesar de esto, el problema de cartografiar el territorio de una forma científica seguía ahí. Quizás la propuesta más clara fue la de Félix Prósperi, quien plantea una máquina que además de tomar los datos hacía una primera representación del territorio. Era un sistema rápido y eficiente en teoría, que hasta el momento no se ha podido confirmar que tuviera una implantación real en el siglo XVIII mexicano. A diferencia de las propuestas británicas más tardías en la India, Prósperi no confía a los indígenas la calidad de los resultados, sino que es la propia máquina la que los garantiza (fig. 2).

Como conclusión, parece claro que en el campo de la cartografía los ingenieros militares no abordaron el estudio del territorio americano, como sí lo hicieron a finales del siglo XVIII otros científicos, como los británicos en la India o incluso las diferentes expediciones científicas a América. De hecho, ni siquiera el proyecto de finales del siglo XVIII de cartografiar Cuba de la Comisión Mopox pudo llevarse a cabo.

LEGITIMACIÓN EUROPEA DE LAS SOLUCIONES AMERICANAS

Tal y como apunta Raj para la India, además de valorar el grado de diálogo cultural, en este caso con América, es importante evaluar si esas adaptaciones se convirtieron con el tiempo en particularismos locales o si por el contrario se verificaron internacionalmente, y en este caso, por qué medios se hizo. Tras este estudio se puede plantear que la mayor parte de las innovaciones fruto de la colaboración entre ingenieros y profesionales locales fueron finalmente aceptadas por la metrópoli, lo que permitió que tuvieran un largo éxito en aquellos territorios. Un caso claro es el del uso de ciertas maderas en fórmulas de cu-

biertas locales. Lo mismo ocurrió con las mezclas de cal, las medidas de los ladrillos o los sillares. Esto permitió que durante el siglo XIX los propios ingenieros fueran teorizando al respecto, pero casi siempre con el objetivo de documentar lo local dentro de la pluralidad de territorios bajo dominio hispano. Muy pocos casos salvaron las fronteras regionales para ser puestos en práctica en otras zonas, al ser incorporados a tratados.

Los primeros casos de transferencia interterritorial de este conocimiento se dieron por los traslados de ingenieros, así como por los posibles contactos epistolares entre ellos⁴⁴. Así por ejemplo se conocen las relaciones entre las fortificaciones de Puerto Rico o Santo Domingo con Manila a través de O'Kelly⁴⁵. Esto llevó a que los frutos del contacto técnico se difundieran para generar nuevos diálogos culturales en otros territorios. Otra fórmula de divulgación interterritorial hubiera sido la publicación de textos teóricos. Pero para esto habría que esperar a las décadas centrales del siglo XVIII cuando el ingeniero militar de origen italiano Félix Prósperi presentara un nuevo tratado de fortificación «desde lo remoto de estas vastas regiones de la América»⁴⁶. Es un intento de participar de la construcción de una ciencia universal desde la experiencia mexicana. Aunque el autor pretende ofrecer una contribución científica, sin particularismos locales, el parecer sobre el texto de José Antonio de Villaseñor apunta que «tiene adaptable la novedad a cualquiera terreno, especialmente para lo que se debe practicar en este reino [México]»⁴⁷. Quizás el temor en resultar local llevó a Prósperi a seleccionar la ciudad de Maastricht como objeto de análisis, aunque solo debía conocerla a través de tratados como el de Dögen⁴⁸. En este proceso de discusión global sobre la fortificación en América, la Guerra de los Siete Años marcaría un hito fundamental, planteando además un cambio del concepto bélico. América, y por extensión Asia, ofrecía nuevos retos destacables tales como la lucha contra las epidemias o los mosquitos⁴⁹, nuevas orografías de terreno, diferencias en los materiales de construcción o falta de profesionales adiestrados al modo europeo. El ingeniero militar debía por tanto aspirar a ofrecer una solución que salvara estas particularidades tanto en Europa como en el resto de territorios. Así, debe entenderse el planteamiento de Prósperi en su *instrumento stadiométrico* como una herramienta útil en México pero aplicable en cualquier territorio, o su nuevo sistema defensivo que tenía en cuenta las particularidades americanas.

Como conclusión general puede indicarse que la jerarquía militar hispana no fue un obstáculo insalvable para el desarrollo del diálogo técnico y científico en los territorios ultramarinos durante el siglo XVIII. A pesar de la distancia, la Comandancia General de Ingenieros estuvo informada de muchas de las adaptaciones e innovaciones que se afrontaban. Por el contrario este *corpus* de información no fue considerado como un avance para la ciencia europea, ni siquiera como un material relevante en la formación de los ingenieros militares que poco después pasarían a América y a Asia. Tampoco son habituales las recomendaciones de utilizar soluciones habituales en territorios cercanos, a pesar de que eran conocidas por el Comandante General. Esto llevó a un curioso panorama técnico americano, caracterizado especialmente por la variedad de soluciones basadas en el diálogo con los conocimientos autóctonos y no por los procesos de unificación de actuaciones dentro del imperio. Hubo que esperar hasta el auge de las publicaciones teóricas de ingenieros destinados en estos territorios, especialmente durante el siglo XIX, para que este conocimiento saliera de los informes y se pusiera a disposición de otros profesionales y de las academias científicas.

- * Este trabajo forma parte del proyecto de I+D *Arquitecturas Dibujadas. Ingenieros Militares en Cuba (1764-1898)*. HAR2011-25617.
1. K. RAJ: «Circulation and the emergence of modern mapping: Great Britain and early colonial India, 1764-1820», en C. MARKOVITS, J. POUCHPADASS, S. SUBRAHMANYAM (eds.): *Society and Circulation: Mobile People and Itinerant Cultures in South Asia, 1750-1950*, Nueva Delhi, Permanent Black, 2003, pp. 23-54. Este texto puede encontrarse también como segundo capítulo del libro K. RAJ: *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650-1900*, Palgrave MacMillan, 2010. Una versión más actualizada de la cuestión, incidiendo en los problemas historiográficos, ha sido publicada por el autor en K. RAJ: «Beyond Postcolonialism... and Postpositivism: circulation and the Global History of Science», *Isis*, vol. 104, nº 2, 2013, pp. 337-347.
 2. L. ROBERTS: «Full Steam Ahead: Entrepreneurial Engineers as Go-Betweens during the late Eighteenth Century», en S. SCHAFER et al. (eds.): *The Brokered World: Go-Betweens and Global Intelligence, 1770-1820*, Sagamore Beach, 2009, pp. 193-238.
 3. L. ROBERTS: «The Circulation of Knowledge in Early Modern Europe: Embodiment, Mobility, Learning and Knowing», *History of Technology*, nº 31, 2012, pp. 47-68.
 4. M^a I. VICENTE MAROTO: «La técnica en la España del setecientos», en *Ilustración, ciencia y técnica en el siglo XVIII español*, Valencia, Universidad de Valencia, 2008, pp. 90 y ss.
 5. R. GUTIÉRREZ: *Fortificaciones en Iberoamérica*, Madrid, Fundación Iberdrola, 2005.
 6. Mientras que el personaje de la esquina inferior derecha renuncia al horóscopo por un nuevo sistema astronómico, el de la superior izquierda cambia el sistema cartográfico ptolemaico por los ejes cartesianos. Toda esta información es embarcada desde los diferentes puntos del globo hasta llegar en forma de libros y manuscritos a los estudios europeos, representados en la esquina inferior izquierda.
 7. La ingeniería militar fue definida aún por Cassani en la primera página de su tratado como la «ciencia de las armas o las armas defendidas con la ciencia». J. CASSANI: *Escuela militar de fortificación ofensiva y defensiva*, Madrid, Antonio González de Reyes, 1705, [p. I].
 8. B. F. DE BELIDOR: *La science des ingenieurs dans la conduite des travaux de fortification*, La Haya, Henri Scheurleer, 1734.
 9. A. MARZAL MARTÍNEZ: *La ingeniería militar en la España del siglo XVIII: nuevas aportaciones a la historia de su legado científico y monumental*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 1991.
 10. Tratado cuarto de la fortificación; tratado quinto de la artillería. AGI, MPA-Libros Manuscritos, 15. Hoy en Microfilm AGI, 27.
 11. Debe beber de la información del G. MELDER: *Korte en klare Instructie van Regulare en Irregulare Fortificatie*, Ámsterdam, Johannes van Waesberge, 1664; aunque cita expresamente a Merckt Marolois.
 12. Cartas y expedientes de Gobernadores de Puerto Rico. AGI, Santo Domingo, 163.
 13. *Diccionario de fortificación en que se explican sus términos para que pueda venir en conocimiento de sus partes cualquier oficial del ejército*. AGI, Indiferente General, 1532.
 14. Fortificatie. AGI, MPA-Libros Manuscritos, 14. Originalmente en Santo Domingo, 163. Hoy en Microfilm AGI, 27.
 15. A. FRITACH: *L'architecture militaire ou la fortification nouvelle*, París, Toussaint Quinet, 1640.
 16. Aunque de redacción anterior el texto fue publicado finalmente como VAUBAN: *Mémoire, pour servir d'instruction dans la conduite des sieges et dans la defense des places*, Leiden, Jean & Herman Verbeek, 1740. Este ingeniero español debió conocerlo a partir de la edición en castellano traducida por Ignacio Sala como *Tratado de defensa de las plazas*, Cádiz, 1743.
 17. GOULON: *Memoires pour l'attaque, et la deffense d'une place*, La Haya, Pierre Gosse, 1730. Existe una copia de la edición de 1744 en el Museo del Ejército SAN 60.01 - N° de registro: 82.
 18. M. BARÓN DE COEHORN: *Nouvelle fortification, tant pour un terrain bas et humide que sec et élevé*, La Haya, Henry van Bulderen, 1706.
 19. S. FERNÁNDEZ DE MEDRANO: *El arquitecto perfecto en el arte militar*, Bruselas, Lamberto Marchant, 1700.
 20. *Escuela de Palas*, Milán, Marcos Antonio Pandulpho Malatesta, 1693.
 21. Desde el diseño de Vauban de las defensas de Cayena (Guayana Francesa) en 1689, hasta la llegada de Agustín Crame al Caribe, el siglo XVIII mostró un gran desarrollo tanto de reformas de construcciones previas como de nuevos proyectos. T. BLANES: *Fortificaciones del Caribe*, Madrid, Letras Cubanas, 2001, pp. 13-15.
 22. «M. Blondel was undoubtedly a great man in his time, and had travelled all over Europe and America where he made very good observations of all the different manners of fortifying, by the several nations, as appears by his small treatise on fortifications». J. MULLER: *A treatise containing the elementary part of fortification, regular and irregular*, Londres, J. Nourse, 1761 (segunda edición), p. 134.
 23. «at home, and in our settlements abroad». J. BARKER: *The Treasury of Fortification*, Londres, 1707, [p. II].
 24. Los referentes tradicionales para los tratadistas de principios del siglo XVIII seguían siendo Neuf-Brisach, Béthune, Calais, entre otros. BELIDOR: *La science des ingenieurs...* Libro 6°, fol. 5-75.
 25. M-R. MONTALEMBERT: *La fortification perpendiculaire*, tomo III, París, Philippe-Denys Pierres, 1778, pp. 96-135. Ver también Ibid., tomo IV, p. 222.
 26. Un 1,5 % tenía origen americano en 1777, un 2,3 % en 1790 y un 0,4 % asiático en este último año. M. GALLAND SEQUELA: «Los ingenieros militares españoles en el siglo XVIII», en A. CÁMARA MUÑOZ (coord.): *Los ingenieros militares de la Monarquía Hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2005, pp. 205-230.
 27. P. CRUZ FREIRE: «Francisco Suárez Calderín y la renovación del Castillo de San Francisco de Santiago de Cuba», *Quiroga*, nº 4, 2013, pp. 88-93.

28. H. CAPEL et. al.: *Los ingenieros militares en España. Siglo XVIII. Repertorio biográfico e inventario de su labor científica y espacial*, Barcelona, Universidad de Barcelona, 1983, pp. 241 y 126.
29. I. GONZÁLEZ TASCÓN: *Ingeniería española en Ultramar. Siglos XVI-XIX*, Madrid, MOPT-Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1992.
30. P. DE LUCUCE: *Principios de Fortificación que contienen las definiciones de los términos principales*, Barcelona, Thomas Piferrer, 1772, p. 102.
31. A. J. MORALES: «Ingenieros militares en Matanzas. Proyectos de puente sobre el río San Juan durante el siglo XVIII», *Alma Ars*, 2012, pp. 327-354.
32. A. CUZA PÉREZ, R. CARRERAS RIVERY, H. SARALEGUI BOZA: «Maderas que fueron usadas en la construcción de edificaciones coloniales del Centro Histórico de La Habana Vieja, Cuba», *Anales del Museo de América*, nº 13, 2005, pp. 359-375.
33. P. LUENGO GUTIÉRREZ: *Manila plaza fuerte (1762-1788). Ingenieros militares entre Asia, América y Europa*, Madrid, CSIC-Ministerio de Defensa, 2014.
34. N. VALDÉS: *Manual del ingeniero: resumen de la mayor parte de los conocimientos elementales*, París, J. Dumaine, 1859.
35. Por ejemplo, según fuentes del siglo XIX en Manila y Cádiz se mantenía la proporción de 1,5 de cal y 2 ó 3 de arena, mientras que en Puerto Rico se hacía de 2,5 de cal y 3 de arena o arcilla arenosa, mientras que en La Habana se hacía con 2 de cal y 3 de arena. VALDÉS: *Manual... op. cit.*, p. 533.
36. VALDÉS: *Manual... op. cit.*, pp. 533-534.
37. Según la documentación de la construcción del aljibe de Santa Potenciana de Manila en 1762 por el chino Juan Peauco, en la mezcla se incorporaron estos dos materiales junto a la cal.
38. Según algunas fuentes se trata de una mezcla de ladrillo, madera y cal. Otras apuntan a un entramado de madera que se rellena con una mezcla. Se trata de una solución frágil pero muy resistente a los terremotos, por lo que se solía elegir para la primera planta del edificio.
39. J. DE LA PEZUELA: *Diccionario geográfico, estadístico, histórico, de la isla de Cuba*, vol. 3, Madrid, Imprenta del Establecimiento de Mellado, 1863, pp. 101-103.
40. *Mémoires justificatifs du sieur DESCLAISONS, ingénieur en chef, chargé des fortifications de Pondichéry (1769-1772)*. Bibliothèque nationale de France, Département des manuscrits, Français 12091, f. III.
41. S. FERNÁNDEZ DE MEDRANO: *Breve descripción del mundo o guía geográfica de Medrano*, Bruselas, Lamberto Marchant, 1688.
42. E. CAMACHO CÁRDENAS: «Tipologías de material gráfico sobre Cuba entre 1762 y 1800», *Quiroga*, nº 5, 2014, pp. 48-59.
43. J. L. RODRÍGUEZ DE DIEGO: «Los fondos del Archivo General de Simancas y la Ciencia y Técnica de la Ilustración», en *Ilustración... op. cit.*, pp. 311 y ss.
44. Como viene apuntándose la movilidad de los ingenieros dentro del ámbito americano fue bastante escasa y excepcional durante el siglo XVIII, lo que dificultó esta posibilidad. P. LUENGO GUTIÉRREZ: «Movilidad de los ingenieros militares en Cuba a finales del siglo XVIII», *Quiroga*, nº 6, 2014, pp. 36-47.
45. LUENGO: *Manila, plaza fuerte... op. cit.*, p. 215.
46. F. PRÓSPERI: *La gran defensa: nuevo método de fortificación, dividido en tres órdenes*, México, ¿1744?, [p. I].
47. *Ibid.*, [p. III].
48. M. DÖGEN: *Architectura militaris moderna*, Ámsterdam, Apud Ludovicum Elzevirium, 1647.
49. J. R. McNEILL: *Mosquito Empires. Ecology and War in the Greater Caribbean, 1620-1914*, Cambridge, Cambridge University Press, 2010.

Volver al índice

El Archivo General Militar de Segovia

ENRIQUE GALLEGO LÁZARO
UNED de Segovia

El Archivo General Militar de Segovia (AGMS) se creó en 1898, un año de significativas connotaciones para la historia contemporánea de España, fundamentalmente por el impacto en la sociedad de la pérdida de los últimos restos del otrora ingente imperio español. La fortaleza segoviana del Alcázar, que había sido hasta el 6 de marzo de 1862 sede del Real Colegio de Artillería, fue transformado tras el incendio de esa fatídica jornada en el lugar para albergar fondos documentales históricos provenientes no solo de archivos militares dependientes del Ministerio de la Guerra, como los de Alcalá de Henares, Aranjuez, Guadalajara y Segovia, sino también de aquellos que procedían de las colonias ultramarinas perdidas, los de las Capitanías generales, las Comandancias generales exentas y los Gobiernos militares. Y aunque el Real Decreto de la reina María Cristina pretendía la refundición de los Archivos citados, junto con todos los expedientes y documentos merecedores de ser conservados y que no fueran de uso frecuente y consulta en los diferentes Archivos de la Administración central del ramo de Guerra, con el paso del tiempo, la llegada de documentación y la falta de espacio para albergarla, tanto en las salas del Alcázar como en las de la Casa de la Química, edificio contiguo al primero, obligó a que algunos fondos fueran transferidos a otros Archivos generales. Así, el Archivo General Militar de Guadalajara (AGMG) recibió en la década de los años setenta del siglo XX la documentación relativa a la Tropa, y el Archivo General Militar de Madrid (AGMM), gran parte de la documentación de Ultramar y de Campañas¹ (fig.1).

A partir de este pequeño preámbulo sobre la creación del AGMS, las siguientes líneas intentan ser una primera referencia para todas aquellas personas interesadas en la investigación de los fondos que alberga, enmarcándolas especialmente dentro de las conferencias que tuvieron lugar en el curso *Ingeniería de la Ilustración*, celebrado los días 7, 8 y 9 de noviembre en el Centro Asociado de la Universidad Nacional de Educación a



FIG. 1 Alcázar de Segovia y Casa de la Química. Foto Enrique Gallego Lázaro.

Distancia (UNED) de Segovia, y organizado por la Fundación Juanelo Turriano junto a la propia UNED. No obstante, el ámbito de consulta se amplía a otros Archivos militares e intenta completarse con las herramientas digitales que proporciona el Ministerio de Defensa (MINISDEF), que pueden ayudar tanto al público general como al especializado en la búsqueda de fuentes históricas o documentos de carácter administrativo. De la misma forma se destacan algunos fondos documentales contemporáneos que hasta el momento han permanecido casi inéditos para la comunidad investigadora en general, y en particular para aquellas personas interesadas en la historia de la arquitectura, la ingeniería, la construcción o el urbanismo.

Sin embargo, antes de pasar a describir los fondos hay que ubicar al AGMS dentro del Sistema Archivístico de la Defensa (SAD), cuyas regulaciones, reglamentos, instrucciones, etc., pueden consultarse a través de Internet en el Portal de Cultura de Defensa². En dicha página web se especifica la evolución y organización de los Archivos militares desde el siglo XIX hasta la actualidad, fundamentalmente teniendo en cuenta el cambio normativo surgido tras el ordenamiento constitucional de 1978 y el establecimiento de un Ministerio castrense único en 1977. En este apartado hay que destacar la creación por Real Decreto 2598 de 4 de diciembre de 1998 del *Reglamento de Archivos Militares*, que venía a sustituir al anterior de 1898, para adaptarse a lo establecido por el artículo 57.1.C., de la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español³. Además, también se puede consultar y descargar en esa web la *Guía de Archivos Militares*, el propio *Reglamento*, Estadísticas, etc., pero destacando en este contexto los Boletines Informativos del SAD. Estos últimos, que iniciaron su publicación en 1999, recogen interesantes artículos relacionados con los Archivos pertenecientes al SAD sobre nuevas series documentales recibidas, procesos de digitalización, reorganización de los fondos, implantación de nuevas tecnologías, etc., que pueden servir de referencia fundamental a los investigadores en su búsqueda de fuentes primarias.

El SAD, que es el responsable de la dirección, coordinación y planificación de la gestión documental a través de la Junta de Archivos Militares y de la Comisión Calificadora

de Documentos de la Defensa, se organiza en otros cuatro subsistemas: Subsistema Archivístico del Ejército de Tierra, al que pertenece el AGMS; Subsistema Archivístico de la Armada; Subsistema Archivístico del Aire y Subsistema Archivístico del Órgano Central, comprendiendo este último a todas las Unidades, Centros y Organismos dependientes del MINISDEF que no estén contenidos en alguno de los otros tres citados. Igualmente, dentro de la reglamentación del SAD se recoge también no sólo el libre acceso y gratuidad a los Archivos militares, sino los servicios que han de ser ofertados al público y los derechos de este, partiendo del Real Decreto 1708, de 18 de noviembre de 2011.

De esta forma y sin duda alguna, el primer paso para todas las personas que estén interesadas en consultar los fondos del AGMS debería ser inspeccionar la página web del mismo disponible en el Portal de Cultura de la Defensa⁴. Aparte de los datos de contacto, dirección, horarios, servicios que se prestan, etc., están disponibles algunos instrumentos de descripción que proporcionan elementos informativos para la búsqueda y localización de los fondos documentales y su acceso a ellos, principalmente a través de su Cuadro de Clasificación dividido básicamente en secciones y series. En ese conjunto de elementos descriptivos se incluyen entre otros la *Guía del Archivo General Militar de Segovia*, obra del entonces teniente coronel José Ignacio Vázquez Montón en 1997; el Catálogo de expedientes de Personas Célebres del Archivo General Militar de Segovia, publicado en 1999; los catálogos de documentos de la segunda y tercera sección, realizados por el que a la sazón era su coronel director, Epifanio Borreguero García, y publicados respectivamente en 1989 y 1988; un catálogo de Circulares y Reales Cédulas entre los años 1598 y 1816; o el artículo de su actual directora técnica, María del Mar González Gilarranz, sobre los fondos del AGMS, publicado en la *Revista de Historia Militar* en 2002 y que constituye una referencia indiscutible para una aproximación inicial a la documentación depositada en el Archivo, en especial en cuanto a su organización y clasificación. Por último, y aunque no está disponible de momento a través de Internet, los investigadores tienen a su disposición en el AGMS un catálogo en formato web de la citada tercera sección realizado por el mencionado José Ignacio Vázquez Montón, cuando ocupó años más tarde como coronel el cargo de director del Archivo.

Hay disponible otro instrumento de descripción en formato de índice publicado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas entre los años 1958 y 1962. Se trata de nueve tomos que describen gran parte de los expedientes personales de uno de los fondos del Archivo, en este caso la 1ª Sección. Mas esta ingente obra, realizada con criterios genealógicos, no recogió los expedientes que no se atuvieron a ese discernimiento. Y a esa falta de globalidad hay que añadir la ausencia de firmas, lo que resta una parte significativa de su utilidad tanto para los investigadores como para el personal que trabaja en el Archivo⁵.

De las varias divisiones que componen la sección de Personal del Cuadro de Clasificación de Fondos del AGMS, hay que destacar la importancia de la serie de Expedientes Personales y la colección de Célebres. Ambas recogen los hechos y vicisitudes del personal militar y civil que prestaron servicios a la Administración a través de los distintos ministerios castrenses entre los siglos XVII y XX. Así, esta documentación puede contener las hojas de servicios de esas personas, partidas de nacimiento y defunción, expedientes matrimoniales, condecoraciones obtenidas, licencias, pasaportes, permisos, etc., que pue-



FIG. 2 Dibujo ilustrativo de la hoja de servicio de ANTONIO CHOVER SÁNCHEZ. AGMS/1ª/183 CH/Exp.0, p. 19.

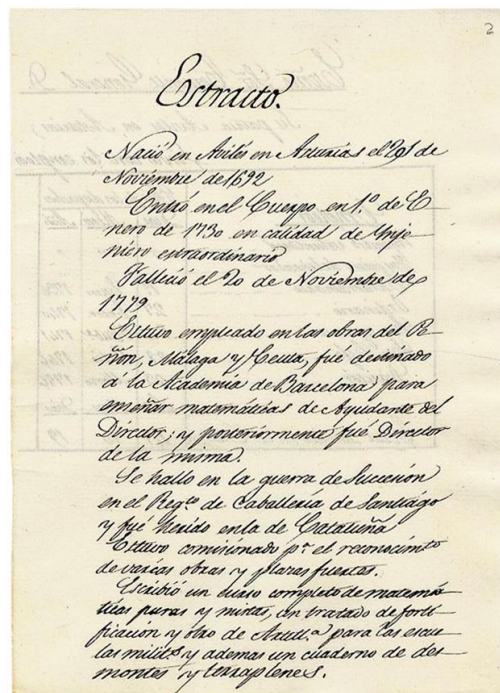


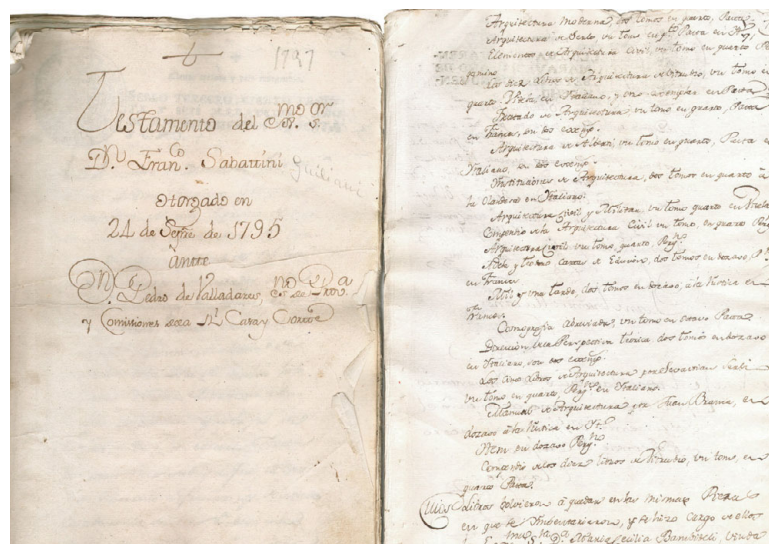
FIG. 3 Extracto del expediente de PEDRO DE LUCUCE PONCE. AGMS/CELEB/Caja 89,EXP.02, p. 3.

den servir para el análisis y reconstrucción de la trayectoria profesional, personal, genealógica o política de los sujetos buscados, aunque no es frecuente encontrar las citadas hojas de servicio entre los documentos previos al siglo XIX, apareciendo en su lugar reales cédulas de nombramientos y despachos⁶ (fig. 2).

En el caso de la citada colección de Célebres, está digitalizada la documentación completa de 1.655 expedientes relacionados en uno de los mencionados instrumentos de descripción del Archivo. Entre ellos destacan personajes como Prim, Espartero, Daoiz, Velarde, Narváez, etc., aunque para el cometido de este curso sobresalen otros como Pedro de Lucuce o Jorge Próspero Verboom. Y aunque no estén incluidos dentro de esta colección, la importancia de otros nombres como Bruno Caballero, Pedro y Juan Martín Zermeno, o Francisco Sabatini, han hecho que sus expedientes sean escaneados para su mejor conservación y reproducción tanto digital como en papel (fig. 3).

Otra sección que en cierta medida se puede considerar complementaria a la de Personal es la novena, también denominada Justicia. En ella se custodia documentación muy diversa con el nexo común de haber estado sujeta a la instrucción de la función judicial entre los siglos XVI y XIX. De esa forma, dentro de las varias series que la conforman se puede localizar información relativa a usurpaciones de terrenos de Guerra en fortificaciones, como por ejemplo en la ciudad de Coria, provincia de Cáceres⁷; desfalcos y malversaciones de fondos en proyectos defensivos como el de Guayra en Venezuela⁸; sumarios por las pérdidas de plazas fuertes como Orán y Mazalquivir⁹; el proceso por la pérdida de la plaza de San Sebastián en agosto de 1794¹⁰; o causas por las entregas de plazas fortificadas como la de Jaca en 1809 durante la Guerra de la Independencia cuando pasó a manos del mariscal Suchet¹¹.

FIG. 4 Testamento de FRANCISCO SABATINI. AGMS/9ª/Caja 5188/Exp.40893, pp.1, 141.



Igual de interesantes son las testamentarias custodiadas en esta sección de algunos de los militares, ingenieros y arquitectos citados a lo largo del curso. Aparte de las voluntades sobre sus herencias, los documentos proporcionan un testimonio privilegiado sobre aspectos profesionales, familiares, económicos o religiosos. Por ejemplo, se puede comprobar y desglosar las 650 misas encargadas en sufragio de Pedro de Lucuce¹², las pertenencias y objetos de valor de los difuntos, o lo que es más importante, la formación teórica de algunos de estos personajes gracias a las detalladas relaciones de libros, como bien resaltó Antonio Ruiz Hernando en su trabajo sobre la testamentaria de Francisco Sabatini depositada en este Archivo¹³. En este caso, de la relación total de obras de la herencia destacan por supuesto aquellas relacionadas con la historia, la literatura, la filosofía, la religión, las matemáticas y la física, como la *Arithmetica Universalis* o los *Philosophiae naturalis Principia Mathematica* de Isaac Newton. Mayor presencia tienen aun las obras sobre poliorcética y arquitectura, con ejemplares tan significativos como *Los cinco libros de Arquitectura* de Sebastiano Serlio. Y al mencionar los libros sobre fortificaciones parece pertinente recordar que Sabatini era ante todo ingeniero militar antes de ser elegido por Carlos III para ser arquitecto mayor del Rey y del Palacio Real de Madrid, llegando a alcanzar el empleo de teniente general y teniendo a cargo entre otras obras, como inspector general de Ingenieros, el alcantarillado y limpieza de Madrid, el proyecto de defensas de Gibraltar, los modelos de fortificación de Cádiz, etc.¹⁴ (fig. 4).

Aún se puede encontrar más información a nivel individual a partir de otro fondo del Cuadro de Clasificación, el de la Junta del Montepío Militar creada por Real Decreto de Carlos III el 20 de abril de 1761. Como su nombre indica, dicho organismo gestionaba los depósitos pecuniarios descontados de los haberes del personal castrense con el objetivo de proporcionar una pensión

a las viudas, huérfanos, madres viudas o padres pobres, en su defecto; sólo se podía percibir una pensión del Monte en cada familia. Estas eran transmisibles a las hijas, en caso de fallecimiento de la madre o segundas nupcias, e incluso la viuda la podía recuperar si de nuevo enviudaba del segundo matrimonio. Desde el Real Decreto de

11 de octubre de 1834, el pago de estas pensiones se hará a través del Estado (...) Fundamentalmente, los fondos están formados por expedientes de solicitud de pensiones del Montepío. Están constituidos por memoriales de las viudas o herederos solicitando la pensión, acompañados de documentación genealógica como certificados de matrimonio, bautismo, defunción, copia del último despacho o nombramiento del causante, certificado de descuentos del Montepío, etc.¹⁵

La documentación de los 356 legajos originados entre el citado año de creación y 1848 puede ser localizada mediante unos libros-índice que generó el Consejo Supremo de Guerra en los que también se incluyen aspectos organizativos y administrativos. No obstante se está trabajando para que en un plazo breve de tiempo su consulta pueda realizarse a través de una herramienta software que facilite y mejore la labor de los investigadores.

Continuando con el itinerario ordenado del Cuadro de Clasificación del Archivo surge la serie Asuntos y dentro de sus quince subdivisiones sobresale en el contexto de este trabajo la primera de ellas, que contiene documentación relativa a armamento. En este caso y como se ha comentado, existe un catálogo documental cuya descripción, a nivel del inventario topográfico, puede recorrerse a través de las divisiones, voces y agrupaciones para localizar información relativa a la compra de armas, su fabricación, existencia, inutilización, ventas, explosivos, artificios, etc., cuyas fechas extremas abarcan del siglo XVIII al XX (fig. 5).

Pero si los 164 legajos de la subdivisión de armamento resultan más que interesantes en el marco del objetivo de esta publicación, mayor aún se manifiesta la importancia de algunas de las seis divisiones de la sección Material, especialmente la de Ingenieros que con sus 1.044 legajos, constituye más de las tres cuartas partes del total de los 1.365 legajos que forman la que también se denomina 3ª sección y cuyas fechas extremas oscilan de 1700 a 1930.

En este punto resulta pertinente volver a recordar la inestimable ayuda de dos de los instrumentos de descripción del Archivo: el catálogo de la tercera sección del coronel Epifanio Borreguero García y otro similar desarrollado como recurso web por el coronel José Ignacio Vázquez Montón que presenta la información de forma más actualizada que

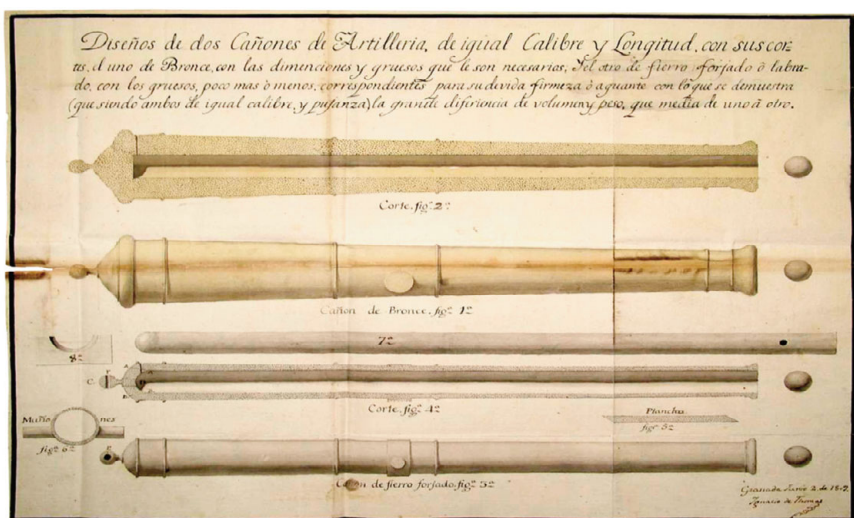


FIG. 5 Diseño de dos cañones de Artillería. AGMS/2ª/Armamento/leg. 11.

el primero, tras los trabajos de reordenación realizados con el paso de los años. Como se puede deducir de los siguientes párrafos, la denominación de *Material* se antoja un tanto exigua para englobar la gran cantidad de documentación generada desde finales del siglo XVIII a 1936 y almacenada en los depósitos del Archivo sobre construcciones, comunicaciones, sanidad, etc.

La primera división de esta tercera sección recibe el nombre de Administración Militar y sus fechas extremas van desde 1844 a 1933. En principio la documentación se agrupa en torno a las adquisiciones de materiales para acuartelamientos y campamentos, las actividades y suministros de fábricas, factorías y parques de Intendencia, y los trabajos, por años, de lo que se ha denominado con la voz *Industrias Civiles*. Y aunque todos los aspectos son de gran interés, los dieciséis legajos de esta tercera voz sobresalen de forma significativa tras la importante labor de descripción y digitalización realizada en el Archivo. El contenido se antoja imprescindible para el estudio no solo de la historia militar española en los comienzos del siglo XX, sino para la historia política, social y económica de nuestro país, principalmente en el período de la *Gran Guerra* y los años posteriores que convulsionaron a la sociedad española, cuando la no intervención bélica y la consiguiente neutralidad en el conflicto supuso una rápida y espectacular expansión industrial, sobre todo en las regiones del norte —Cataluña, Asturias y País Vasco— y generó inmensos beneficios para la elite financiera y empresarial. La guerra supuso un hito en el desarrollo del capitalismo español¹⁶.

En los fondos de las *Industrias Civiles* se encuentra documentación escasamente consultada sobre investigaciones realizadas durante el primer tercio del siglo XX por el Ejército tanto a nivel nacional como provincial y local de las industrias privadas; estadísticas obreras e industriales en las que se incluyen sueldos y plantillas; productos y materias primas del país; informes y memoriales de la organización industrial; relaciones y descripciones de los industriales de cada provincia cuyas fábricas y talleres podían suministrar elementos útiles al Ejército; auxilios que la industria civil podía proporcionar a la militar; el estado de las industrias que fabricaban productos o trabajaban materias aplicables al material de guerra; memorias, balances y estadísticas de aquellas industrias que estaban en disposición de cooperar en la producción de material de guerra, al igual que el potencial apoyo que podían prestar en campaña o la preparación de esta; capacidad nacional para la fabricación de automóviles; la protección a la industria nacional, especialmente a la de pólvora y explosivos; etc. La información de estos fondos alberga además planos, dibujos, croquis y fotografías en ocasiones muy detallados no solo de las fábricas, sino de carreteras, vías férreas o minas, edificios, herramientas, motores y maquinarias; muestrarios enviados a países latinoamericanos y documentación diplomática de las relaciones con Yugoslavia, Turquía y otros países; trabajos en las fábricas militares sobre Medicina; estudios de Farmacia y Sanidad; etc.

Por su parte, los 185 legajos de la segunda división correspondiente al material de Artillería están comprendidos entre las fechas extremas de 1700 a 1932. En ellos está depositada la documentación sobre los expedientes de adquisición de material; las remesas, repatriación y venta de este desde las colonias ultramarinas, la Academia de Artillería y las plazas fuertes como las de Berga, Cádiz, Cartagena, Paymogo, Peñíscola o Tarragona; las relaciones con compañías extranjeras de armamento como Krupp, Saint Chamond y

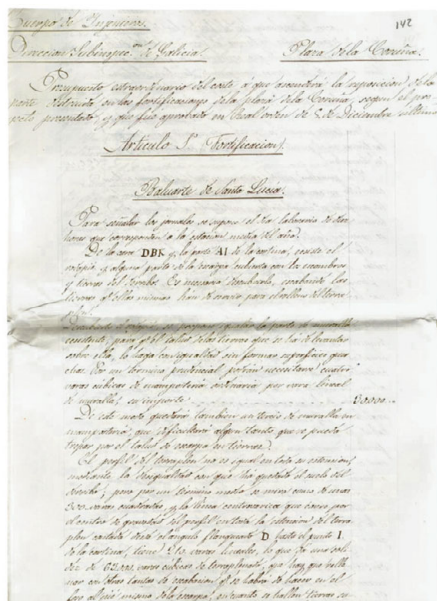


FIG. 6 Presupuesto del coste de reposición de la parte destruida en las fortificaciones de La Coruña. AGMS/3ª/3ª/Leg. 81, p. 142.

Schneider; proyectos de aparatos de puntería, de baluartes portátiles, de iluminación para cuarteles, de transmisores de datos, y por supuesto, de cañones y explosivos. También se recoge la información sobre las fábricas de fusiles, balas, pólvoras, salitres, armas, etc., dispersas por toda la geografía española, y sobre las maestranzas y parques y talleres de artillería.

Como se ha citado, los 1.044 legajos de la tercera división correspondiente al material de Ingenieros no sólo constituyen el mayor volumen documental de la serie, sino probablemente el que mejor se ajusta al contenido del seminario. De esa forma los primeros 32 legajos contienen información sobre los conjuntos de las piezas de artillería de las plazas, que normalmente reciben la denominación de artillados; los dos siguientes, sobre baluartes; el 35 y 36, de blocaos y campos atrincherados; del 37 al 65, sobre castillos dispersos por toda la geografía

española; los siete siguientes custodian los documentos sobre lo que denominan las *defensas generales de la Nación o Reino*, las defensas de costas, fronteras y plazas, las marítimas y las submarinas; los legajos 98 al 103 corresponden a las fortificaciones; los 26 siguientes afectan a los fuertes; del 130 al 136 se dedican a las Juntas y Comisiones de Defensa entre los años 1857 y 1916; los nueve posteriores, a las murallas; mientras que el último legajo de los 146 en total que se agrupan bajo la voz de *Defensas en general* corresponde a las torres. Las fechas extremas de este fondo se extienden desde comienzos del siglo XVIII a 1935 (figs. 6 y 7).

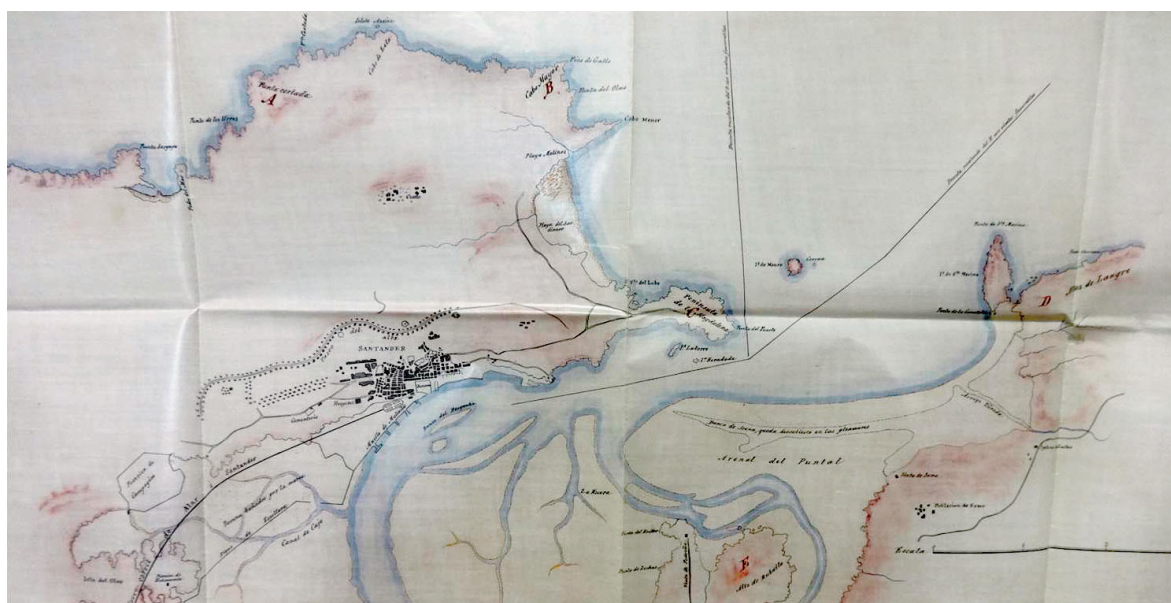


FIG. 7 Plano del informe sobre las defensas de Santander. AGMS/3ª/3ª/Leg. 95.

La siguiente voz dentro de la división del material de Ingenieros corresponde a las *Zonas Polémicas* y abarca los legajos 147 al 384, comprendidos cronológicamente entre 1779 y 1936. Este apartado constituye sin duda alguna un elemento imprescindible para el estudio de la arquitectura y el urbanismo de numerosas poblaciones españolas y algunas ultramarinas como San Juan de Puerto Rico, a finales del siglo XIX y comienzos del XX. Aparte de las Reales Órdenes y de los reglamentos para su implantación, casi todos los expedientes relacionados con edificios contienen planos, fachadas y plantas de los mismos, pero también documentación muy variada sobre repoblación forestal de montes, depósitos de carbón, alcantarillados, gimnasios, balnearios, marismas, jardines, conventos, redes telefónicas, faros, tranvías, planes de mejoras de puertos, diques, escuelas infantiles, refugios de montaña, viveros de marisco, pozos de nieve, cárceles, playas, canteras, plazas de toros, carreteras y un largo etcétera (fig. 8).

Los legajos que van del 385 al 702 han quedado englobados bajo la voz *Edificios*, aunque este concepto se antoja demasiado generalizador, pues no solo se refiere a las construcciones militares como cuarteles, fuertes, arsenales, academias o viviendas, sino que también recoge fincas pertenecientes al Patrimonio Real, castillos, campos de instrucción, hospitales, polvorines, cuadras, cortijos, campamentos, iglesias, faros, observatorios meteorológicos, palomares, alcazabas, picaderos, puentes, barracones, penitenciarías, aeródromos, hoteles, cámaras frigoríficas, teatros, colegios de sordomudos, e incluso el manicomio de Carabanchel, por no citar documentación tan singular como la de una necrópolis fenicia en Ibiza, el lazareto para la peste de Larache o el cuartel del castillo de los Templarios de Gardeny en Lleida. Así, los detallados expedientes con estudios, memorias y proyectos relativos a las enajenaciones, traspasos a corporaciones locales, ventas, etc., que incluyen por lo general no solo mapas, sino esquemas, croquis e incluso en muchos casos fotografías, constituyen junto a la documentación contenida bajo la voz anterior una fuente imprescindible para el estudio del urbanismo en la España contemporánea. Sus fechas extremas varían desde 1736 a 1997.

En este punto merece la pena destacar la existencia de 48 legajos relativos a edificios madrileños militares que tuvieron un papel protagonista en la España contemporánea, muchos de ellos provenientes de las diferentes etapas desamortizadoras o de cesiones es-

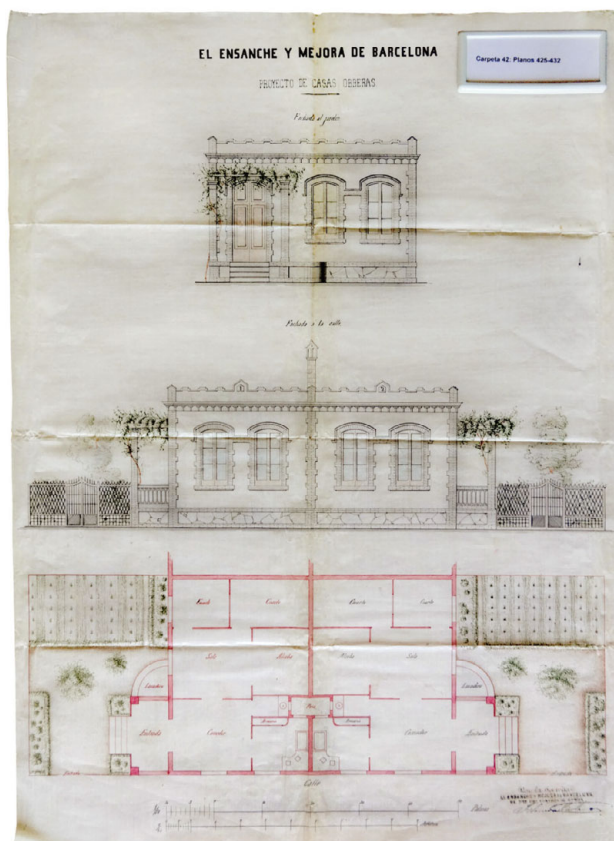


FIG. 8 Proyecto de casas obreras para el ensanche y mejora de Barcelona. AGMS/3ª/3ª/Carpeta 42/Planos 425-432.



FIG. 10 Plano de las defensas de Barcelona. AGMS/3ª/3ª/Carpeta 39/Plano 408_ID_1425_3, p. 2.

Los 31 legajos que cronológicamente se extienden de 1811 a 1934 y que corresponden a la división de Ferrocarriles resultan imprescindibles para el estudio de la historia ferroviaria de España en sus comienzos. Mientras que los dos últimos albergan la documentación de los tranvías de vapor, eléctricos o aéreos, los anteriores, a excepción de los dos primeros, están organizados de forma alfabética con respecto a los itinerarios, comenzando por el de Abaño a Candas, y finalizando por el de Zumárraga a Zumaya. Por su parte, los mencionados dos primeros contienen información tan variada como los mapas

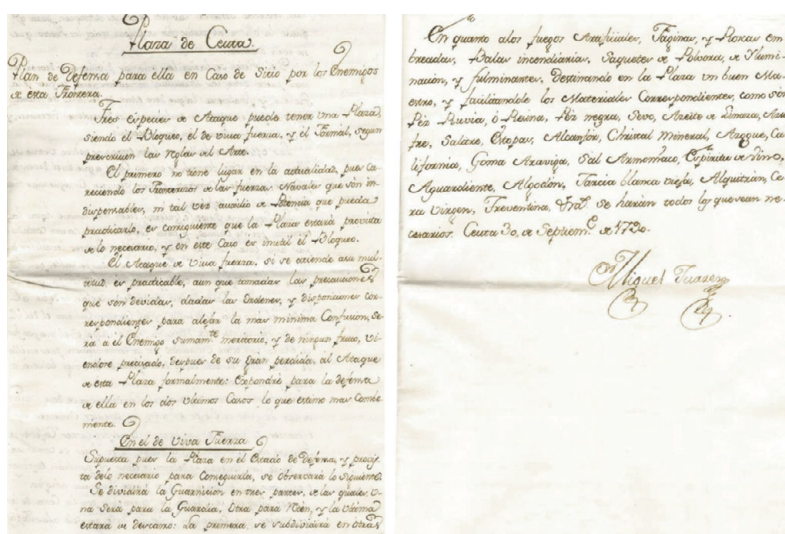


FIG. 11 Plan de Defensa de Ceuta. AGMS/3ª/Leg. 80.

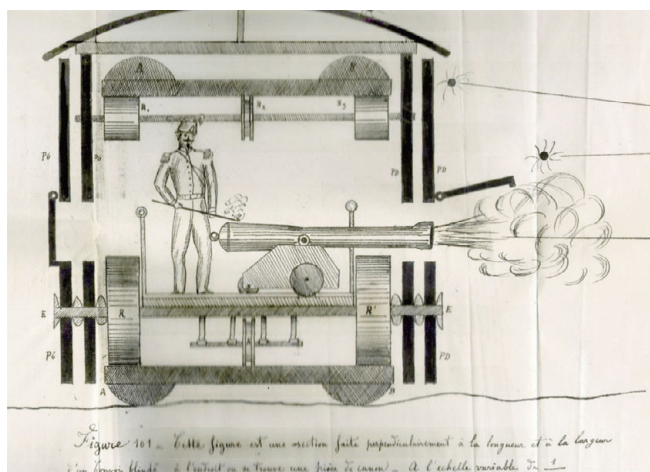


FIG. 12 Dibujo en sección de un convoy blindado en un informe sobre ferrocarriles, 1874. AGMS/3ª/Leg. 831.

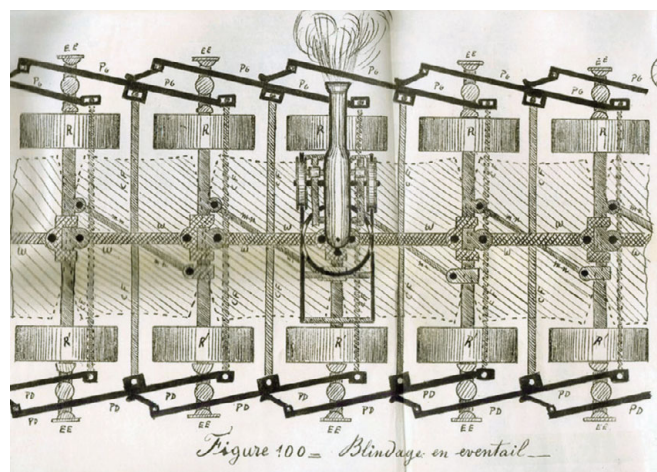


FIG. 13 Blindaje en abanico en un informe sobre ferrocarriles, 1874. AGMS/3ª/Leg. 831.

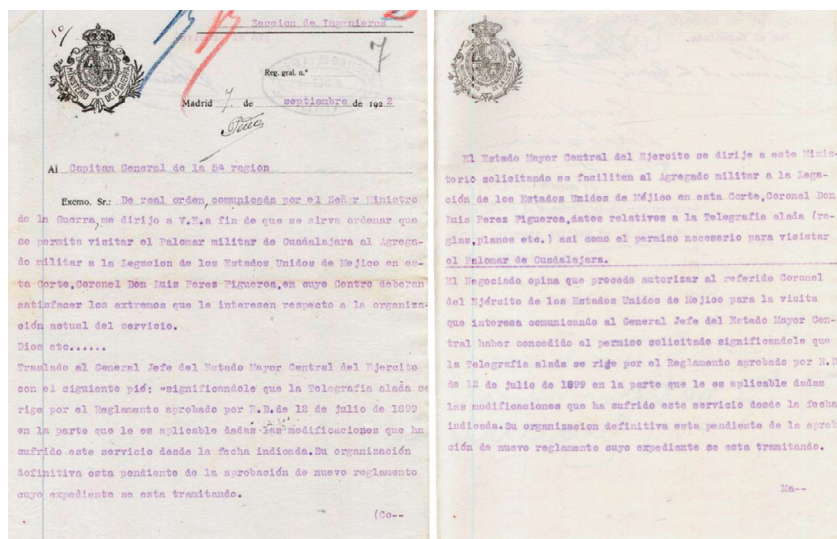
de los puertos, muelles y vías férreas; memorias remitidas desde las embajadas en el extranjero; documentos legislativos incluyendo las leyes francesas relativas a los ferrocarriles; comisiones de estudios; presupuestos y compras; informes sobre líneas férreas estratégicas y secundarias; incluso un proyecto de ferrocarril bajo el estrecho de Gibraltar de 1918 o la petición de informes en 1902 por parte de los Estados Unidos sobre los ferrocarriles de Filipinas (figs.12 y 13).

Los siguientes 27 legajos corresponden a las voces *Maestranzas*, *Electrotecnia*, *Parques* y *Comandancias de Ingenieros* entre 1874 y 1933. Las novedades en este caso se centran en el material estudiado, comprado o utilizado por el Centro Electrotécnico de Ingenieros entre los años 1909 y 1925, como heliógrafos, telégrafos, piroscopios o termómetros diferenciales, que se usaban para estudiar los fenómenos de radiación y reflexión del calor, es decir, para indicar la existencia de focos caloríficos. También contienen documentación sobre informes de centros mineros tanto nacionales como extranjeros, y del laboratorio de material de Ingenieros desde finales del siglo XIX hasta 1932. Aparte de los proyectos y ensayos destacan las peticiones de particulares para realizar pruebas en las instalaciones de sus centros experimentales.

Los legajos que comprenden del 881 al 898 custodian la documentación comprendida entre 1700 y 1947 relativa a caminos, carreteras, ríos, canales, puentes, puertos, solares y terrenos normalmente ordenados con carácter alfabético, aunque en el ámbito de esta publicación lo más interesante parecen ser las obras de fortificación que abarcan desde comienzos del siglo XVIII, volviendo a tener el mayor volumen documental poblaciones de importancia estratégica como Cádiz, Ceuta, Ferrol, Málaga y especialmente Melilla, con tres legajos. También se encuentra depositada la reglamentación, legislación y documentos administrativos como los concernientes a las demoliciones, los pliegos de condiciones, presupuestos, gratificaciones, estados de fondos, consignaciones, etc.

La última voz de la sección de Material corresponde al apartado de *Transmisiones*. Sus 22 legajos engloban aquellos documentos relacionados con cables submarinos, enlaces ópticos y telegráficos, sirenas y estaciones radio-telegráficas, faros y palomares mi-

FIG. 14 Informe sobre
Telegrafía alada.
AGMS/3ª/Leg. 1010.



litares desde 1719 a 1933. Son muy abundantes los ejemplares de prensa nacional y extranjera relativos a todo el instrumental de comunicaciones, así como las ofertas, estudios y compras de materiales tan variados como la linterna *Gustav Sperling* de Estocolmo; comunicación heliográfica entre Ceuta y Algeciras por parte británica; el sistema telefónico *Telefunken* y el proyector *Schuckert* procedentes ambos de Alemania; o la autorización al agregado militar de la legación de los Estados Unidos de México para que pudiera visitar el palomar militar de Guadalajara y le proporcionasen toda la información que precisase sobre telefonía alada (fig. 14).

También hay expedientes sobre las estaciones clandestinas de radiotelefonía; de estaciones a bordo de buques; la instalación de terminales telefónicos entre algunos domicilios, despachos y dependencias de palacio con los ministerios de la Guerra y de Gobernación. No obstante, la mitad de los legajos contienen una miscelánea complicada de clasificar, con documentación referente a carruajes, proyectos, compras, subastas, reparaciones, estados, etc., tanto de estaciones telegráficas, ópticas, eléctricas o radiofónicas, como de teléfonos, telégrafos o inventos, como el del científico y coronel de Artillería Isidoro Cabanyes y sus informes sobre la aplicación de la electricidad al arte de la guerra.

La cuarta división de la tercera sección corresponde al Material de los Cuerpos. Sus fechas extremas van de 1847 a 1952 y el volumen documental es de 50 legajos, en los que se puede encontrar información relativa a una serie de conceptos que se agruparon en las siguientes voces: *Material Automóvil*, *Defensa Química*, *Material Topográfico* y *Material Diverso*. La primera de ellas se centra en la aplicación de los vehículos al ramo de la Guerra, por lo que sus informes, actas y memorias recogen documentación sobre ambulancias como las *Vulcan*; camiones *Hispano Suiza* o *Darracq-Serpollet*; coches ligeros *Benz*, *Baumgarten* o *Dennis Bros Guildford*; furgones; gasógenos de carbón y leña; *Drehkrane* o grúas alemanas; motocicletas *Harley Davidson* o *Francis Barnett*; omnibuses *Hispano Suiza*; ruedas *Pirelli*, *Hutchinson* o un modelo acorazado de Juan Cano Butazzi; talleres y tractores *Skoda*, *Daimler* o *Pavesi*.

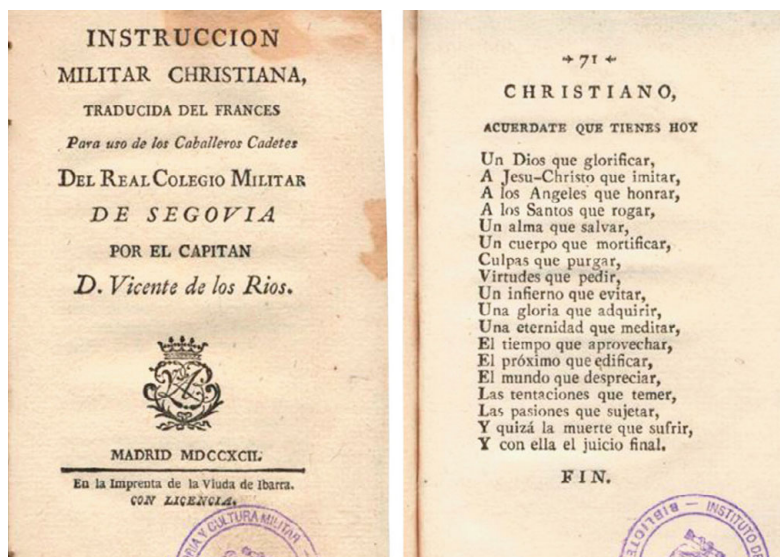


FIG. 15 Instrucción militar cristiana para uso de los Caballeros Cadetes del Real Colegio Militar de Segovia, 1792. Fuente: www.bibliotecavirtualdefensa.es (05 de diciembre de 2014).

El material sobre *Defensa Química* solo ocupa un legajo y, como es lógico, su documentación es posterior a la Gran Guerra, basándose fundamentalmente en informes, memorias, catálogos e incluso revistas sobre caretas antigás, filtros, gases asfixiantes, productos químicos y bacteriológicos, e incluso la adhesión al Protocolo de prohibición de varias naciones, incluida España. Y aunque ligeramente mayor, tampoco el material topográfico destaca por su volumen. Sus cuatro legajos custodian los inventarios de los depósitos del Arma de Ingenieros en cuanto a anteojos, brújulas, gemelos, goniómetros, material fotográfico, telémetros y orógrafos de tangentes¹⁸. Para terminar el recorrido de la sección de Material de Ingenieros, la voz *Material Diverso* recoge una amalgama de expedientes sobre elementos tan diferentes como carros de víveres o municiones; globos, dirigibles y elementos relacionados con la aerostación; repuestos de equitación; barcas para puentes y paso de tropas por ríos llamados flotadores; menaje de cocina; etc.

Antes de finalizar y como se ha mencionado en los párrafos anteriores, esta publicación no se limita al acceso e información de los fondos del AGMS, sino que se extiende a otros recursos digitales que proporciona el MINISDEF libremente a través de Internet, destacando de forma significativa la Biblioteca Virtual de Defensa (BVD)¹⁹ y la Red de Bibliotecas de Defensa (BIBLIODEF)²⁰. En el primer caso, se puede acceder al repositorio institucional que recoge todas las publicaciones oficiales y científicas del Ministerio, así como las que se albergan en los diferentes archivos, museos y bibliotecas del mismo, y entre los que se encuentran diferentes tipologías documentales como códigos, grabados, litografías, vídeos, fotografías, etc. Por su parte, BIBLIODEF constituye el sistema integrado de gestión bibliotecaria que está implantando de forma progresiva el Ministerio y que ha dado lugar al Catálogo Colectivo de Defensa, que actualmente recoge más de medio millón de registros correspondientes a casi ochocientos mil ejemplares²¹.

Por ejemplo, en BIBLIODEF se pueden localizar obras no solo de algunos de los ponentes de las conferencias impartidas durante el seminario, sino también manuales, planos, proyectos, croquis, discursos, perfiles, etc., de muchos de los eruditos, ingenieros y arquitectos citados a lo largo de las jornadas, como Tomás Vicente Tosca, Sebastián Fer-

NOTAS

1. M. GONZÁLEZ GILARRANZ: «Fondos contemporáneos en el Archivo General Militar de Segovia», *Revista de Historia Militar*, n.º extraordinario, 2002, pp. 397-398.
2. <http://www.portalcultura.mde.es/cultural/archivos/> (Consultada el 25 de noviembre de 2014).
3. M. GONZÁLEZ GILARRANZ, *op. cit.*, p. 400.
4. http://www.portalcultura.mde.es/cultural/archivos/castillaLeon/archivo_150.html (Consultada el 25 de noviembre de 2014).
5. M. GONZÁLEZ GILARRANZ, *op. cit.*, p. 403.
6. Ídem, pp. 401-402.
7. AGMS/9ª/Caja 3381/Exp.26285.
8. AGMS/9ª/Caja 5122/Exp.40362.
9. AGMS/9ª/Caja 1054/Exp.8145.
10. AGMS/9ª/Caja 3796/Exp.30185.
11. AGMS/9ª/Caja 5645/Exp.44714.
12. AGMS/9ª/Caja 3266/Exp.26085.
13. J. A. RUIZ HERNANDO: «La testamentaría de Francisco Sabatini», en *Francisco Sabatini 1721-1797: La arquitectura como metáfora del poder*, Madrid, Electa, p. 91.
14. AGMS/1ª/23S/Exp.0.
15. M. GONZÁLEZ GILARRANZ, *op. cit.*, pp. 414-415.
16. J. AVILÉS FARRÉ, M. D. ELIZALDE PÉREZ-GRUESO y S. SUEIRO SEOANE: *Historia política de España: 1875-1939*, Madrid, Istmo, 2002, p. 247.
17. Hay otro con el mismo nombre en Barcelona, cuyas fechas extremas van de 1902 a 1926.
18. El orógrafo de tangentes fue un aparato topográfico inventado por Fr. Schrader para facilitar los levantamientos de planos en terrenos montañosos. L. G. C.: «El orógrafo», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, Año XLIV, Tercera Época, tomo VI, n.º 3, Madrid, 1989, p. 32.
19. <http://bibliotecavirtualdefensa.es/> (Consultada el 25 de noviembre de 2014).
20. <http://www.bibliodef.es/> (Consultada el 25 de noviembre de 2014).
21. <http://www.portalcultura.mde.es/cultural/bibliotecas/> (Consultada el 2 de diciembre de 2014).
22. La documentación del AGMAV está constituida principalmente por los documentos de la Guerra Civil Española, la División Azul y las Milicias Nacionales, http://www.portalcultura.mde.es/cultural/archivos/castillaLeon/archivo_42.html (Consultada el 8 de diciembre de 2014).

BIBLIOGRAFÍA

- J. AVILÉS FARRÉ, M. D. ELIZALDE PÉREZ-GRUESO, S. SUEIRO SEOANE: *Historia política de España: 1875-1939*, Madrid, Istmo, 2002.
- E. BORREGUERO GARCÍA: *Catálogo de documentos: Segunda Sección. Asuntos*, Madrid, Ideal, 1989.
- *Catálogo de documentos: Tercera Sección. Material*, Madrid, Ideal, 1988.
- A. CÁMARA MUÑOZ: *Los ingenieros militares de la Monarquía Hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, Centro de Estudios Europa Hispánica, 2005.
- L. G. C., «El orógrafo», *Memorial de Ingenieros del Ejército*, Año XLIV, Tercera Época, tomo VI, nº 3, 1989, pp. 32-35.
- M. GONZÁLEZ GILARRANZ: «Fondos contemporáneos en el Archivo General Militar de Segovia», *Revista de Historia Militar*, nº extraordinario, 2002, pp. 397-416.
- M. RAMÍREZ ACEVES: «Los Archivos: el marco propicio para el acceso a la información. Apuntes sobre sus orígenes», *Revista Interamericana de Bibliotecología*, vol. 36, nº 2, 2013, pp. 139 y 149.
- J. A. RUIZ HERNANDO: «La testamentaria de Francisco Sabatini», en *Francisco Sabatini 1721-1797: La arquitectura como metáfora del poder*, Madrid, Electa, 1993.
- J. I. VÁZQUEZ MONTÓN: *Guía del Archivo General Militar de Segovia*, Madrid, Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 1997.

[Volver al índice](#)

PUBLICACIONES DE LA FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

COLECCIÓN JUANELO TURRIANO DE HISTORIA DE LA INGENIERÍA

2015

ROMERO MUÑOZ, Dolores, *La navegación del Manzanares: el proyecto Grunenbergh.*

LOPERA, Antonio, *Arquitecturas flotantes.*

MUÑOZ CORBALÁN, Juan Miguel, *Jorge Próspero Verboom: ingeniero militar flamenco de la monarquía hispánica.*

LECCIONES JUANELO TURRIANO DE HISTORIA DE LA INGENIERÍA

2015

CÁMARA MUÑOZ, Alicia y REVUELTA POL, Bernardo (coords.), *Ingeniería de la Ilustración.*

2014

CÁMARA MUÑOZ, Alicia y REVUELTA POL, Bernardo (coords.), *Ingenieros del Renacimiento.*

2013

CÁMARA MUÑOZ, Alicia y REVUELTA POL, Bernardo (coords.), *Ingeniería romana.*

OTRAS PUBLICACIONES

2014

NAVASCUÉS PALACIO, Pedro y REVUELTA POL, Bernardo (eds.), *Una mirada ilustrada. Los puertos españoles de Mariano Sánchez.*

2013

CHACÓN BULNES, Juan Ignacio, *Submarino Peral: día a día de su construcción, funcionamiento y pruebas.*

2012

AGUILAR CIVERA, Inmaculada, *El discurso del ingeniero en el siglo XIX.*

Aportaciones a la historia de las obras públicas.

CRESPO DELGADO, Daniel, *Árboles para una capital. Árboles en el Madrid de la Ilustración.*

2011

CASSINELLO, Pepa y REVUELTA POL, Bernardo (eds.), *Ildefonso Sánchez del Río Pisón: el ingenio de un legado.*

2010

CÁMARA MUÑOZ, Alicia (ed.), *Leonardo Turriano, ingeniero del rey.*

CASSINELLO, Pepa (ed.), *Félix Candela. La conquista de la esbeltez.*

2009

CÓRDOBA DE LA LLAVE, Ricardo, *Ciencia y técnica monetarias en la España bajomedieval*.

NAVARRO VERA, José Ramón (ed.), *Pensar la ingeniería. Antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez*.

2008

RICART CABÚS, Alejandro, *Pirámides y obeliscos. Transporte y construcción: una hipótesis*.

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio y NAVASCUÉS PALACIO, Pedro (eds.), *Ars Mechanicae. Ingeniería medieval en España*.

2006

MURRAY FANTOM, Glenn; IZAGA REINER, José María y SOLER VALENCIA, Jorge Miguel, *El Real Ingenio de la Moneda de Segovia. Maravilla tecnológica del siglo XVI*.

2005

GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio y VELÁZQUEZ SORIANO, Isabel, *Ingeniería romana en Hispania. Historia y técnicas constructivas*.

2001

NAVARRO VERA, José Ramón, *El puente moderno en España (1850-1950). La cultura técnica y estética de los ingenieros*.

1997

CAMPO Y FRANCÉS, Ángel del, *Semblanza iconográfica de Juanelo Turriano*.

1996/2009

Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas de Juanelo Turriano.

1995

MORENO, Roberto, José Rodríguez de Losada. *Vida y obra*.

[Volver al índice](#)

Lecciones Juanelo Turriano de Historia de la Ingeniería es una colección que tiene como finalidad la publicación de conferencias impartidas por especialistas reconocidos, en el marco de cursos vinculados al ámbito universitario y cuyo objetivo es contribuir al conocimiento de la ingeniería y a la puesta en valor de su relevancia cultural.

En este libro se recogen las conferencias impartidas en el curso celebrado en 2014 en el Centro Asociado de la UNED de Segovia, fruto de la colaboración entre esta Universidad y la Fundación Juanelo Turriano. *Ingeniería de la Ilustración* es la tercera entrega de una serie iniciada en 2012 con *Ingeniería Romana* y continuada en 2013 con *Ingenieros del Renacimiento*.

Las conferencias publicadas ahora analizan cómo durante el periodo de la Ilustración, la ingeniería se convirtió en uno de los grandes instrumentos para alcanzar el progreso que ambicionaba la monarquía hispánica. Desde diversas perspectivas, se aborda la extensa obra de los ingenieros del siglo XVIII en ciudades y territorios no sólo de la Península Ibérica, sino también en otras posiciones de la Corona, revelando la significación de la ingeniería en un mundo a las puertas de decisivas transformaciones.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO